

**ESTUDIO DE LOS FOCOS O FUENTES DE CONTAMINACION DE LOS
CANALES DE AGUA LLUVIA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE PAPELES
PROPAL S.A. PLANTA II
(GUACHENE – CAUCA)**

MARIA PAULA CALDAS NIETO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACION AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES
SANTIAGO DE CALI
2007**

**ESTUDIO DE LOS FOCOS O FUENTES DE CONTAMINACION DE LOS
CANALES DE AGUA LLUVIA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE
PAPELES PROPAL S.A. PLANTA II
(GUACHENE – CAUCA)**

MARIA PAULA CALDAS NIETO

Pasantía para optar al título de Administrador Ambiental

**Director
ALEJANDRO SOTO
Ingeniero Sanitario**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACION AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES
SANTIAGO DE CALI
2007**

Nota de Aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Administrador Ambiental

ALEJANDRO SOTO
Jurado

Santiago de Cali, 15 de octubre de 2008

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración del personal de Ingeniería y Gestión Ambiental de la empresa Productores de Papeles Propal S.A., por el amable apoyo que me prestaron durante la elaboración de este trabajo de pasantía.

En especial al Ing. Humberto López, mi tutor de la empresa, a los Ingenieros Fernando Rodríguez y Yesid Gálvez encargados del desarrollo de este proyecto, a la Dra. Lyda Amparo Mosquera, directora de Gestión Ambiental, al Sr. Lorenzo Medina, supervisor de Ingeniería y en general a todo el grupo de auxiliares y dibujantes de Ingeniería de Planta II que tanto me apoyaron.

Igualmente agradezco a mi profesor Mario Gandini tutor de este trabajo por parte de la universidad quien hizo aportes valiosos para el buen desarrollo de esta investigación.

Por último quiero agradecer a mi familia por su respaldo constante para que esta última fase de mi estadía en la universidad se hiciera una realidad.

Maria Paula Caldas Nieto

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	14
1.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE FOCOS	15
2. JUSTIFICACIÓN	20
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1 NATURALEZA DEL AGUA, IMPORTANCIA DEL RECURSO	25
4.2 INDUSTRIA Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA	27
4.3 NORMA INTERNACIONAL ISO 14000	30
4.4 DESARROLLO SOSTENIBLE E INDUSTRIA	33
4.5 AGUA LLUVIA Y CANALES COLECTORES	35
5. METODOLOGÍA	37
6. RESULTADOS – ANÁLISIS DE RESULTADOS	39
6.1 PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS	39

6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS FOCOS Y PROPUESTAS	43
7. CONCLUSIONES	52
8. RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	58

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados de pruebas fisicoquímicas en los canales de agua lluvia, empresa Propal, Planta 2, Septiembre del 2007. Época de lluvias intermitentes de mediana intensidad	39
Tabla 2. Focos o Fuentes de contaminación y sus propuestas de mitigación	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Canal Norte	15
Figura 2. Canal oriental de materias Primas	16
Figura 3. Canal oriental del Casino	17
Figura 4. Canales del área de recupotencia	18
Figura 5. Estructura carbonato de calcio actual	44
Figura 6. Estructura carbonato de calcio propuesta	44
Figura 7. Localización del nuevo dique para la descarga del Carbonato de Calcio	45
Figura 8. Adecuación de la vía que conduce el carro tanque hacia la descarga del Carbonato de Calcio	46
Figura 9. Ubicación de muros de concreto en el canal de los patios de carbón	47

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Plano 01-10-003 Plano general de canales de aguas lluvias, Propal Planta 2	58
Anexo B. Fotos de los canales y focos de contaminación	59

RESUMEN

Propal S.A. Planta 2, operando cerca a Caloto Cauca, fabrica 120.000 ton/año de papeles blancos y 90.000 ton de pulpa blanqueada utilizando 35.000 m³ de agua al día. Tiene una planta de tratamiento de aguas residuales, con tratamiento primario, secundario y laguna de oxidación. El agua residual tratada es vertida al río Palo

Las políticas de responsabilidad integral de la empresa, establecen atender los impactos ambientales derivados de su actividad económica. Además debe cumplir con los requisitos solicitados por la norma ISO 14001.

La Planta cuenta con un sistema de canales de recolección de aguas lluvias. Por considerarse estas aguas libres de contaminación van directamente al Río Palo, sin pasar por la estación de aguas residuales.

Este proyecto tuvo como propósito identificar y caracterizar los focos que podrían impactar la red de canales de aguas lluvias, determinando las posibles causas e identificando las sustancias que pueden contaminarlos.

En la primera parte del documento, se muestra un diagnóstico de la situación actual mediante la descripción de un inventario detallado de los canales, y la identificación de las fuentes de contaminación.

En la segunda parte se realizó una caracterización detallada de los materiales contaminantes mediante pruebas fisicoquímicas, relacionándolas con el inventario detallado de canales.

En la tercera parte se relacionan las propuestas, para mitigar los impactos negativos relacionados con los focos de contaminación posibles.

Por ultimo se exponen las conclusiones y recomendaciones para el desarrollo del proyecto de recuperación de los canales de aguas lluvias de Propal Planta 2.

Palabras Claves:

Canales de agua lluvia, Contaminación del agua, Fuentes o focos de contaminación, Aguas Residuales Industriales, Propal S.A.

ABSTRACT

Propal S.A. Plant 2, working near to Caloto, Cauca, makes 120,000 tons/year of white papers and 90,000 tons and 35,000 of bleach pulp using 35.000 m³ of water/day. Count with a plant of residual water treatment, including primary and secondary treatment, and one oxidation lagoon. The treated residual water is spilled to the Palo River.

The policies of integral responsibility for the company, establish to take care of environmental impacts derived from their economic activity. In addition it must fulfil the requirements asked by the norm ISO 14001.

The plant counts with a system of channels of harvesting water rains. To consider this water free of contamination it goes directly to the Palo River, without go through the residual water station.

This project had like intention to identify and to characterize the focus that could impact the network of water channels rains, determining the possible causes and being identified the substances that could contaminate them.

In the first part of this document, a diagnosis of the present situation by means of the description and detailed inventory of the channels, plus the identification of the contamination sources was made.

In the second part a detailed characterization of the polluting materials by means of physicochemical tests was made, relating them with the detailed inventory of channels.

In the third part the proposals are exposed, to mitigate the negative impacts related to the possible focuses of contamination.

Finally the conclusions and recommendations for the development of the project of recovery of the water channels rains are exposed for Propal Plant 2.

Key Words:

Water collectors rain, Water contamination, Sources or focuses of contamination, Residual Industrial water. Propal S.A.

INTRODUCCION

Propal, empresa colombiana productora de papeles blancos finos de impresión y escritura a base de bagazo de caña de azúcar, cuenta con dos plantas de producción ubicadas en la zona sur occidental del país. Dichas plantas denominadas Planta I y Planta II, son plantas integradas donde se procesa el bagazo de caña hasta producir papeles blancos para imprimir y escribir.

La Planta II, donde se centra este proyecto, está localizada cerca de la población de Caloto Cauca, cuenta con una capacidad instalada de 120.000 ton/año, y produce 90.000 toneladas de pulpa blanqueada de bagazo utilizando actualmente unos 100 m³ de agua por tonelada de papel producido. Esta planta tiene instalada un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual consta de tratamiento primario y secundario con laguna de oxidación por aireación mecánica (agitadores/aireadores). El agua residual ya tratada es vertida al río Palo. La Planta II se compone de varias áreas productivas que a continuación se describen brevemente:

- Área de Desmedulado del bagazo: Planta de recepción y tratamiento inicial del bagazo proveniente de los ingenios azucareros. Esta planta es donde se recibe, almacena y posteriormente se somete a un proceso de lavado con agua, el bagazo proveniente de los ingenios. Las aguas de lavado originadas en este proceso son enviadas a la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).
- Área de Pulpa y Fibra: En esta planta el Bagazo se cocina con soda cáustica para producir la pulpa café de celulosa. La soda cáustica utilizada en el proceso se envía posteriormente a una planta de recuperación de soda donde es concentrada y recuperada.
- Área de Blanqueo: Aquí la pulpa café es sometida a un proceso de blanqueamiento a base de cloro, peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio. Esta planta produce unos efluentes ácidos y alcalinos que son dirigidos mediante tuberías subterráneas separadas a la PTAR.
- Área de Fabricación de Papel: Es donde se produce el papel en rollos para ser convertidos luego en resmillas y enviado a los clientes. Esta área genera una serie de efluentes alcalinos que se recogen en canales internos y son enviados a la PTAR mediante tuberías.
- Área de Conversión de Papel: Es donde se convierten los rollos de papel a hojas y resmillas para ser enviadas a los almacenes de distribución. Esta es el

área que menor efluente genera, pero el poco que es generado también se envía a la PTAR.

- Área de Generación de Vapor: es el área de calderas de potencia donde se produce el vapor que se necesita en los otros procesos. Las calderas son alimentadas con carbón y algunas veces con “Crudo de Rubiales”. Esta área genera unos efluentes que son conducidos de manera independiente a la PTAR.

La política corporativa de Propal involucra la preservación del medio ambiente, cumpliendo en sus plantas I y II con los parámetros de control establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales y los demás entes administrativos competentes, haciendo buen uso y aprovechamiento de los recursos naturales de acuerdo con el principio de Desarrollo Sostenible.

Dentro de las políticas de la empresa, se encuentra la de atender los impactos ambientales, producto de su actividad económica. Estas acciones además de mitigar o evitar dicho impacto, deben cumplir con los requisitos solicitados por la norma ISO 14001.

Por ser un área relativamente extensa, la Planta II de Propal cuenta con un sistema independiente de recolección las aguas lluvias. Por considerarse esta agua libre de contaminación son conducidas directamente mediante canales al río aledaño a la planta, es decir el río Palo, sin ser pasadas por la planta de aguas residuales. Este es el problema a enfocar en este trabajo, puesto que los canales de agua lluvia presentan alto riesgo de ser contaminados por algunos procesos dentro de la planta.

Por consiguiente, este proyecto tiene como propósito hacer las recomendaciones pertinentes para que la empresa pueda cumplir cabalmente con las políticas ambientales enunciadas anteriormente. De esta manera podrá asegurarse el cumplimiento de los requisitos y exigencias ambientales establecidas por la autoridad ambiental.

Se pretende establecer e identificar las causas de los focos de contaminación hacia los canales, mediante la localización de las áreas contaminantes y las sustancias que generen impactos negativos ambientales.

Se propondrán mediante este estudio, las mejores soluciones y propuestas para prevenir esta contaminación hacia los canales de agua lluvia, permitiendo que los canales estén libres de sustancias que puedan afectar el río Palo que es el receptor, y para que las comunidades vecinas no se impacten ambientalmente al hacer uso de esta fuente superficial.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA, NATURALEZA DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa de Propal S.A. en su Planta No 2 de Caloto Cauca, cuenta con un sistema de canales para desalojar las aguas lluvias, canales que se encuentran distribuidos en toda el área de la planta de producción. Estos canales se distribuyen de la siguiente forma:

- Canales abiertos lado sur: 4810 m.
- Pases por tubería y cajas de inspección: 1200 m.
- Canales abiertos lado norte: 4780 m.
- Longitud total de canales: 10790 m.

La situación de la cual se ocupa este estudio, relacionada con los canales de aguas lluvias, es el análisis y la evaluación de los posibles focos o fuentes de contaminación de la red de canales, ocasionados por una serie de sustancias provenientes de los procesos productivos en las diferentes áreas de la planta, los cuales quedan como residuos de las operaciones realizadas para la elaboración de la pulpa y el papel. El riesgo de contaminación se genera debido a la proximidad de los canales con las redes internas de efluentes líquidos mediante las cuales dichos residuos son conducidos a los sistemas de tratamiento interno de la fábrica.

También se evaluaron los focos contaminantes generados por las comunidades y empresas vecinas a Propal como son la población de la Vereda El Guabal y el Ingenio la Cabaña, quienes por su proximidad a ciertos tramos de la red pueden efectuar descargas que impactan dichos canales.

Según el informe mensual de inspección ambiental de Propal: "Algunas de las sustancias que se han encontrado en los focos de contaminación son el carbonato de calcio, carbón, ceniza, hollín, escorrentías y arrastres del bagazo de caña, arrastres del polvillo de bagazo, desechos de residuos sólidos y escorrentías provenientes del patio de residuos sólidos"¹.

Los canales de aguas lluvias que podrían contaminarse, vierten sus aguas directamente hacia el río Palo, donde todas las sustancias mencionadas y otras no determinadas aún, pueden impactar al río afectando los ecosistemas presentes y

¹ MOSQUERA, Lyda Amparo. Informe mensual de inspección. Propal S.A. Planta No 2. Caloto, 2007. 1 archivo de computador

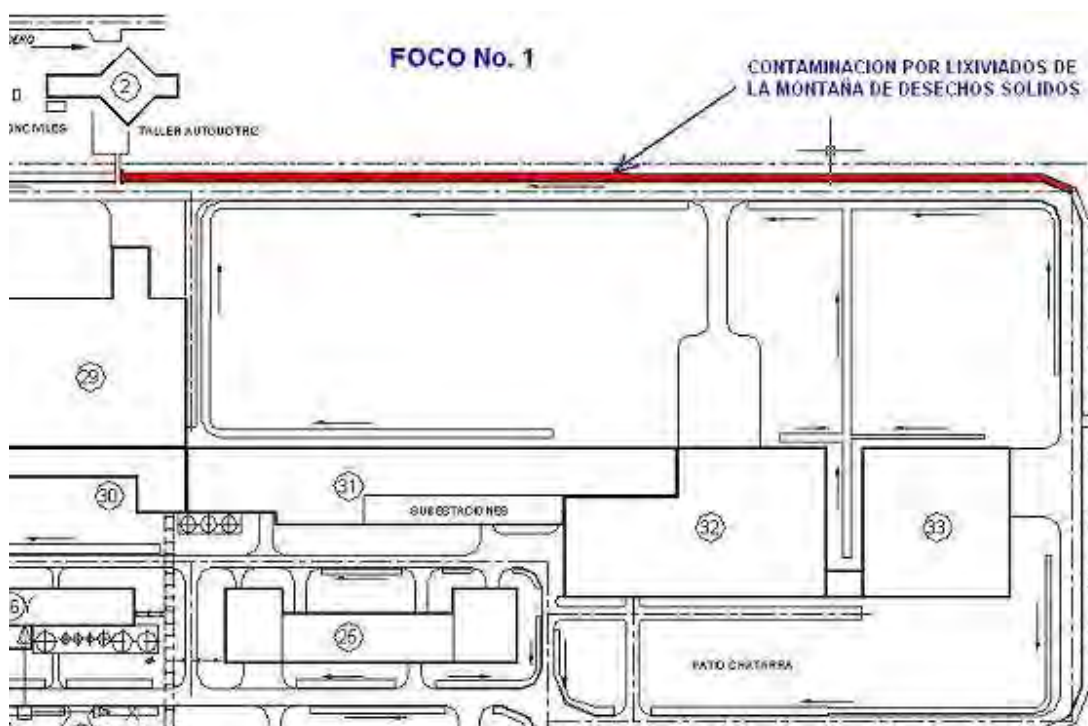
a la población que se beneficia del agua de este río para la realización de sus actividades diarias.

1.2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS FOCOS DE CONTAMINACIÓN

Se realizó un recorrido por los canales de aguas lluvias de Propal Planta 2, en compañía del señor Lorenzo Medina, supervisor de Ingeniería de la empresa, con el fin de detectar los principales focos de posible contaminación de los canales de agua lluvia, los cuales deben ser corregidos para evitar impactos negativos hacia los canales y posteriormente posibles impactos en el cauce del Río Palo.

A continuación se presentan los focos encontrados en el recorrido, Figuras 1, 2, 3 y 4.

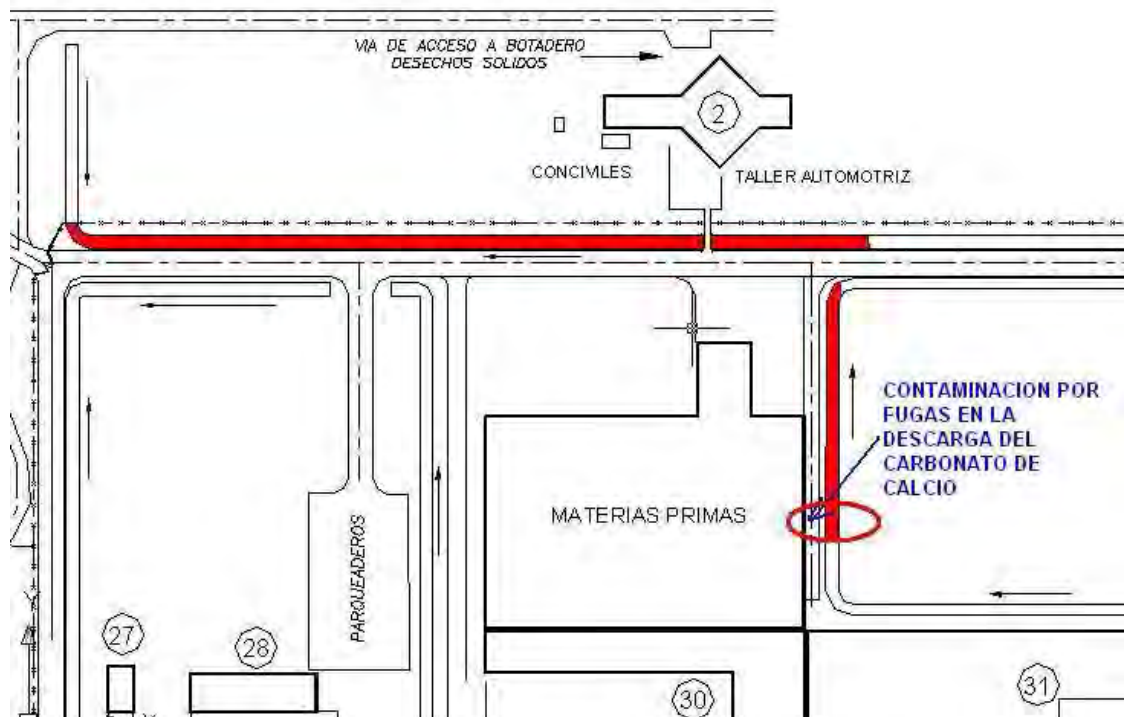
Figura 1. Canal Norte



Fuente: GUTIERREZ, Jhon Jairo. Focos de Contaminación Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007.
1 archivo de computador

Este canal puede contaminarse en épocas de lluvia, por el arrastre que realiza el agua lluvia de sedimentos de la montaña de desecho sólidos y con posibles escorrentías hacia el canal.

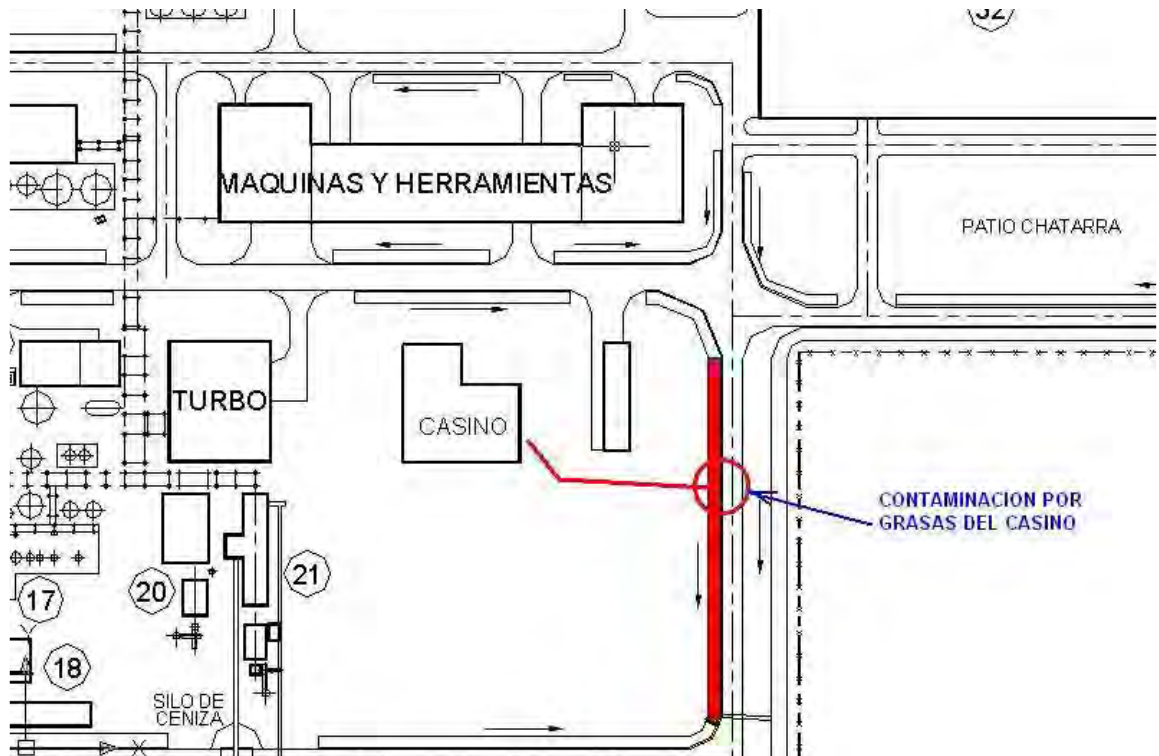
Figura 2. Canal oriental de materias Primas.



Fuente: GUTIERREZ, Jhon Jairo. Focos de Contaminación Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007.
1 archivo de computador

En este sitio, la contaminación puede producirse, por no existir la infraestructura adecuada para conducir los derrames producidos durante la descarga del Carbonato de Calcio.

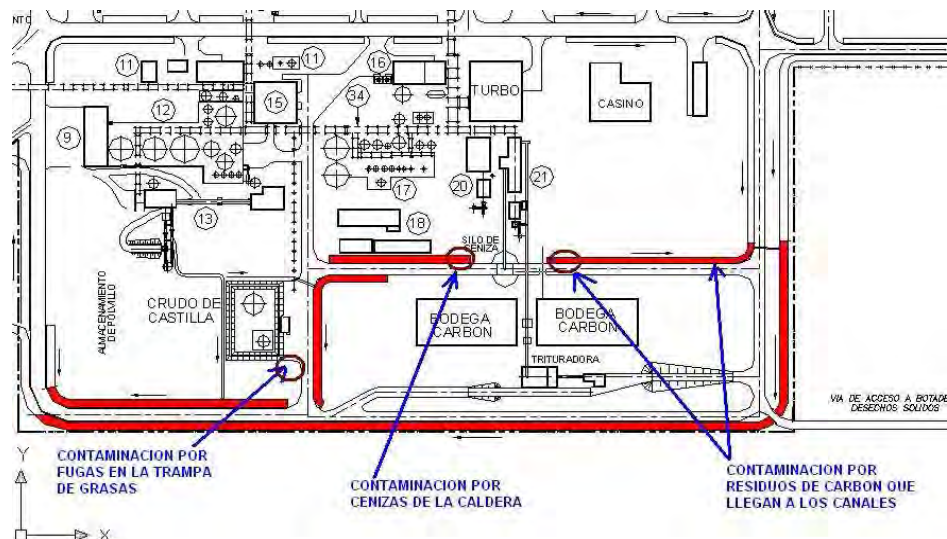
Figura 3. Canal oriental del Casino



Fuente: GUTIERREZ, Jhon Jairo. Focos de Contaminación, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007.
1 archivo de computador

Este canal puede contaminarse por grasas que pasan del casino de servicio de alimentación de la planta. Existe una trampa de grasas pero se está colmatando con residuos de alimentos, lo que hace que la mayor parte de la grasa y residuos incluidos puedan pasar al canal.

Figura 4. Canales del área de recuperotencia



Fuente: GUTIERREZ, Jhon Jairo. Focos de Contaminación, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007.
1 archivo de computador

El área de recuperotencia es el área en la cual la planta genera el vapor necesario para su proceso de producción. Aquí puede presentarse contaminación por varias fuentes:

- La primera, por los residuos de carbón que llegan a los canales desde los sitios de almacenamiento, parte del carbón almacenado se tritura con el paso de los vehículos y luego puede escurrirse hacia el canal.
- En la zona del silo de ceniza, gran cantidad de estas cenizas pueden llegar directamente al canal de aguas lluvias, por lo cual es urgente hacer algo al respecto.
- En la zona de almacenamiento del combustible “Crudo Rubiales” puede presentarse alguna contaminación de combustible por derrames en la descarga de los vehículos que lo traen y algunas fugas en la trampa de grasas.

Por razones éticas y razones normativas o de legislación, la empresa ha decidido realizar el rediseño, revisión y descontaminación de los canales de aguas lluvias que están acarreando consigo la posibilidad de una serie de contaminantes dañinos para el afluente y la comunidad vecina.

De esta manera el proyecto se encamina a tomar las acciones necesarias para la corrección y mitigación de los impactos que el sistema de canales de agua lluvia podría producir en el medio ambiente, y de esta forma contribuir con el desarrollo sostenible de la empresa y su entorno. Además para lograr la certificación de la norma ISO 14001 en la empresa, se busca garantizar que estas aguas arrojadas directamente hacia el río Palo estén en buenas condiciones y que cumplan con la normatividad aplicables a esta norma internacional.

2. JUSTIFICACIÓN

Los recursos naturales, el agua, suelo y aire, son necesarios para el buen funcionamiento de la vida en el planeta, cuando uno de estos recursos es impactado, a su vez se impactan ecosistemas existentes, así como también seres humanos dependientes de dichos recursos. El agua es un recurso natural vital para la supervivencia de animales, plantas y seres humanos, es por esto que se ve la necesidad de cuidarla y de mitigar y/o prevenir posibles impactos negativos dirigidos hacia este recurso.

El centro Rural de información europea, localizado en Valencia (España) manifiesta la dependencia integral de los seres vivos respecto al agua:

Si bien todos los seres vivos dependen del agua, unos la necesitan más que otros. En los ríos, lagos y humedales existe una gran diversidad de seres vivos que solo pueden encontrarse allí donde abunda el agua. Muchas de estas especies tienen importancia económica, bien a través de la pesca o bien por otros muchos y variados usos, como la artesanía realizada con mimbre o con boga. De la corteza de los sauces, árboles característicos de las riberas, se ha obtenido desde antiguo una sustancia, la salicina, que es el origen natural de la 'aspirina'. Aún hoy muchas de las utilidades del río están por descubrir, especialmente en lo que se refiere a los usos medicinales de las algas y de otras plantas².

Así mismo, la UNESCO se refiere al tema de la contaminación acuífera:

Cada año, las industrias vierten entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pesados, disolventes, lodos tóxicos y otros desechos. Mientras el 80% de los desechos peligrosos se produce en los Estados Unidos y otros países industrializados, el 70% de los desechos industriales generados por los países en desarrollo se vierten en las aguas sin tratamiento previo. Se deben realizar grandes esfuerzos en el tratamiento de los desechos industriales con el fin de prevenir y de reducir la contaminación de las aguas³.

Algunas industrias por ejemplo, han hecho de este recurso agua, fuente de materia prima, además de impactarla de manera significativa mediante sus

² El agua recurso vital [en línea]. Valencia, España: Centro Rural de Información Europea, 2006. [consultado el 15 de Julio de 2007]. Disponible en Internet: www.criecv.org.

³ Año Internacional del Agua dulce. [en línea]. EEUU: UNESCO, 2003. [Consultado Agosto 2007]. Disponible en Internet: www.wateryear2003.org

vertimientos, subproductos y aguas residuales hacia el medio exterior. De esta manera han hecho que la capacidad de carga del recurso y de sus ecosistemas se exceda trayendo consigo problemas de orden ambiental, social y económico.

Propal mediante su política de Responsabilidad Integral, la cual incluye las buenas relaciones con las comunidades vecinas y la disminución del riesgo de impacto ambiental en su entorno, ha trabajado constantemente para evitar vertimientos nocivos que afecten la calidad del agua de la que se sirven las comunidades vecinas.

La empresa, a través de su sistema de canales de aguas lluvia ubicados en la Planta 2 de Caloto, colecta las aguas lluvias y escorrentías en épocas lluviosas, vertiendo estas aguas hacia el río Palo. Dicho río es el que utilizan las comunidades vecinas que aprovechan sus aguas tanto para quehaceres domésticos y en algunas ocasiones para preparar sus alimentos.

Si por alguna razón esta agua llegare a contaminarse con residuos o efluentes provenientes del proceso de producción, entonces las aguas del río resultarán impactadas ambientalmente. El prevenir y asegurar que los canales de aguas lluvias estén siempre libres de contaminación, garantiza que las comunidades vecinas no sean afectadas por vertimientos provenientes de la planta. Las comunidades que podrían verse directamente afectadas por los vertimientos de la planta son las comunidades de la Vereda el Guabal, el municipio de Caloto y Puerto Tejada. El municipio de Caloto se sirve de las aguas del río Palo antes del vertimiento de Propal, la Vereda el Guabal se sirve directamente de las aguas del Río Palo después del vertimiento, mientras que el municipio de Puerto Tejada se sirve de las aguas del Río Cauca río al que desemboca el río Palo.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, destaca la importancia de los costos de salubridad por la calidad del agua:

Aunque no se dispone de datos específicos de los costos incurridos por problemas de salubridad a causa de la mala calidad del agua en estas comunidades concretas, pueden mostrarse algunas estadísticas consideradas para la región de Latinoamérica en general y Colombia en particular, referidas específicamente a zonas rurales característica del área geográfica donde se realiza este estudio⁴.

De acuerdo con UNICEF:

Invertir en agua, saneamiento e higiene es invertir en el desarrollo de las poblaciones más necesitadas, rompiendo el círculo de la pobreza que

⁴ Los beneficios de invertir en agua saneamiento e higiene. En: Temas de políticas públicas: Agua Saneamiento, Higiene e infancia. (2007); p. 3.

incrementa la brecha entre pobres y no pobres. Un acceso a agua de mejor calidad genera avances en el desarrollo humano incluyendo beneficios en salud pública, educación y crecimiento económico. La reducción de la mortalidad, reducción en enfermedades asociadas, y el ahorro en los gastos de tratamiento médico genera beneficios a la familia y a la comunidad en general. Así mismo, la reducción en el tiempo ocupado en acceder a estos servicios, se traduce en una mayor productividad y una mayor asistencia de los infantes a la escuela...⁵.

Además resalta UNICEF en el mismo artículo la importancia de la educación ambiental sobre el manejo del agua:

Se obtiene mayores beneficios cuando, además del acceso sostenible a los servicios de agua de buena calidad se incorpora un componente de educación en el manejo de la calidad de agua por tales comunidades. Lo anterior incluye la concientización y capacitación del personal que trabaja en las industrias aledañas a las comunidades. Dichos beneficios para la nación pueden resumirse de la siguiente manera⁶:

- US 795 millones de ahorro en tratamiento médico.
- US 38 millones ahorrados por caso de diarrea evitados.
- US 77 millones en aumento de la productividad de la población.
- US 7000 millones de ahorro de tiempo gracias a servicios de agua de buena calidad.
- US 102 millones por valor de muertes evitadas.
- US otros beneficios en el mejoramiento de calidad de vida de los niños como 32 millones de días de asistencia escolar y 92 millones de días saludables para los niños.

La Comisión Económica para la América Latina y el Caribe CEPAL, pone de manifiesto la importancia de las inversiones en saneamiento ambiental en el recurso hídrico, generando altas tasas de retorno en el mediano y largo plazo:

Dado el impacto positivo directo o indirecto en la salud, la educación, los recursos humanos y la productividad futura, las tasas de retorno de inversiones para evitar el impacto de las fuentes contaminantes sobre los recursos hídricos, son muy altas. Aun cuando la recuperación de los costos a

⁵ Ibíd., p. 5.

⁶ Ibíd., p. 6 .

primera vista puede parecer difícil, sobre todo en poblaciones pobres y dispersas, se han demostrado los beneficios económicos derivados de este tipo de inversiones: US 7300 millones anuales debido a enfermedades evitadas en todo el país, casi US 750 millones anuales debido a tasas de morbilidad y mortalidad más baja, US 64 millones anuales debido al tiempo ahorrado al tener fuentes de agua en buenas condiciones a corta distancia de los hogares. Así los beneficios económicos oscilan para nuestra nación entre US 3 y 34 de beneficio por cada dólar invertido dependiendo de la región donde se hace la inversión⁷.

Según datos de UNICEF: “En Colombia durante el año 2000, 25 de cada mil niños y niñas murieron antes de cumplir 5 años, la mitad de las muertes de niños menores de 1 año fueron debidas a enfermedades que se pueden prevenir o tratar, causadas por problemas de contaminación de las fuentes hídricas”.⁸

Debido a la importancia social, económica y ambiental de preservar la calidad del agua, es importante que las empresas hoy en día le den importancia y veracidad a las certificaciones y las normativas internacionales, ya que a su vez, adquieren conciencia hacia la preservación del medio, así como también de la importancia de prevenir y/o mitigar los impactos ambientales provenientes dentro de las instalaciones de las empresas productivas como es el caso de Propal Planta 2 con los canales de agua lluvia.

Para la empresa es importante que los impactos ambientales que puedan generarse a través de sus vertimientos o emisiones, sean corregidos, mitigando y previniendo las causas de dichos impactos negativos hacia el medio ambiente. Actualmente Propal esta desarrollando y consolidando su sistema de gestión ambiental basado en la Norma ISO 14001, mediante el cual los riesgos de contaminación ambiental en general y en el caso particular de los canales de agua lluvia, serán mitigados y eliminados completamente asegurando de esta manera que estas aguas no impacten al río Palo y a su vez a las comunidades vecinas al río y la empresa.

⁷ HOPENHAYN, Martín. El derecho a entornos saludables para la infancia y la adolescencia. En: Revista Desafíos: Boletín de la infancia y la adolescencia sobre el avance de los objetivos de desarrollo del milenio. No. 5 (Jul, 2007); p. 3-5

⁸ Ibíd., p. 6

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio ambiental de los focos o fuentes de contaminación de los canales de agua lluvia en la empresa Productores de Papeles Propal S.A. Planta II (Caloto), con el propósito de proponer medidas de mitigación a los impactos ambientales negativos que se puedan generar hacia la fuente receptora (Río Palo), concibiendo y proponiendo las mejores alternativas para prevenir en el futuro la contaminación.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario de los canales de agua lluvia existente al interior de la Planta 2 de la empresa Propal S.A.
- Identificar los posibles focos o fuentes posibles de contaminación de los canales de agua lluvia, realizando pruebas físico – químicas para obtener la caracterización de las sustancias contaminantes.
- Proponer alternativas de solución que conduzcan a prevenir la contaminación de los canales producidos por los focos de contaminación encontrados. Además para cada alternativa se presentará un estimado de la inversión necesaria para evitar las posibles fuentes de contaminación

4. MARCO TEÓRICO

4.1. NATURALEZA DEL AGUA, IMPORTANCIA DEL RECURSO

En muchos textos académicos sobre los recursos naturales se manifiesta la importancia del agua en nuestro planeta: "Las tres cuartas partes de la superficie de la tierra están cubiertas de agua. La vida comenzó en el agua, al volverse más complejas y especializadas las cosas vivas, abandonaron el mar y se asentaron en la tierra, tomando el agua como componente principal de sus cuerpos. Sobre el planeta tierra, el agua es vida"⁹.

De igual forma se enuncia la importancia del agua dulce: "La cantidad de agua que hay en la Tierra alcanza los 1.385 millones de km³. Sin embargo, menos del 3% de esta cantidad es agua dulce, y la mayor parte de esta última es difícil de aprovechar por encontrarse en los casquetes polares y a grandes profundidades"¹⁰.

Respecto al agua superficial, Postel lo explica como un importante recurso natural: "El agua dulce superficial apenas alcanza el 0.3% del agua dulce total. La dotación renovable de agua dulce en el mundo se estima en 47.000 km³ al año, cifra que representaba en 1992 una dotación cercana a los 7.400 m³ por habitante al año. Estos 47.000 km³ forman escurrimientos y únicamente quedan cerca de 14.000 km³ por año como fuente de abastecimiento relativamente estable"¹¹.

El agua como sustancia o material químico específico también ha interesado a los investigadores:

El agua es el compuesto químico más familiar para nosotros, el más abundante y el de mayor significación para nuestra vida. Su excepcional importancia, desde el punto de vista químico, reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es en disolución. Normalmente se dice que

⁹ KEMMER Frank N y McCallion John. Manual del agua: Naturaleza, tratamiento y aplicaciones. EEUU: Editorial McGraw – Hill Book, 1982. p. 89.

¹⁰ Balance Hídrico Mundial y Recursos Hidráulicos de la Tierra [en línea]. Madrid: UNESCO, 1979. [Consultado Septiembre 2007]. Disponible en Internet: www.unesco.org

¹¹ POSTEL, Sandra. Last Oasis: Facing Water Scarcity. New York: Editorial W. W. Norton and Company, 1992. p. 87

el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella¹².

Las transformaciones y migraciones geográficas del agua sobre el planeta también han sido objeto de estudio tal como lo explica Eskel Nordell:

El agua ha sufrido una migración constante en la superficie de la tierra desde tiempo inmemorial. Las bien establecidas corrientes del Golfo y de Humboldt circulan continuamente en los mares, regulando el clima de la tierra y proporcionando trabajo a los pescadores, de los cuales depende gran parte de la población de la tierra. Las abundantes fuentes de agua llevaron a los colonizadores a ubicarse al lado de los ríos, las cataratas se volvieron las fuentes principales de potencia en la antigua industria¹³.

Algunos científicos como Stanley Miller de la Universidad de Chicago han especulado acerca de cómo fue el planeta en sus orígenes:

Se imaginaron a la Tierra original como un planeta humedecido por un mar caliente y bañado en una atmósfera que contenía vapor de agua, amoníaco metano e hidrógeno. Aunque unos cuantos organismos pueden vivir en el agua caliente, la mayoría prefieren una temperatura moderada. Las poblaciones de peces de agua dulce se clasifican de forma amplia como peces de cacería y peces cerriles, dependiendo de su preferencia por el agua fría o el agua tibia respectivamente¹⁴.

Otros investigadores resaltan la ineludible necesidad de conservar este recurso natural:

No hay vida sin agua. El agua es un bien precioso, indispensable para todas las actividades humanas. Los recursos del agua no son inagotables por esto es indispensable conservarlos, controlarlos y, si es posible, acrecentarlos. Alterar la calidad del agua significa atentar contra la vida de los hombres y del resto de los seres vivos que dependen de ella, la calidad del agua ha de mantenerse al nivel adecuado para los diferentes usos y ha de satisfacer especialmente las exigencias de la salud pública. Cuando el agua, una vez

¹² GAGO, Ismail Ali. El Agua. Propiedades del Agua [en línea]. España: Ismail Ali Gago, 2000. [Consultado Agosto 15 2007]. Disponible en Internet: www.platea.pntic.mec.es/iali/personal/agua/indice

¹³ NORDELL, Eskel. Water Treatment for Industrial and Other Uses. New York: Editorial Reinhold, 1961. p. 45

¹⁴ AUDESIRK, Teresa y BRUCE E., Byers. Biología: La Vida en la tierra. Chicago: Editorial Pearson, 2004. p. 87

utilizada, vuelve a su medio natural, no debe de comprometer los usos posteriores, tanto públicos como privados, que se pueden hacer de ella¹⁵.

4.2. INDUSTRIA Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Sobre el tema de la contaminación del agua se han realizado muchas investigaciones patrocinadas en su mayoría por los gobiernos y entidades internacionales. Andrea Griselda lo explica en su texto investigativo:

La contaminación de las aguas procedente de actividades humanas es la más importante en la actualidad. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua. Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos, normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes más peligrosos, como metales tóxicos¹⁶.

De hecho en la actualidad se ha mencionado al agua como fuente de conflictos internacionales:

Debido al crecimiento de la población humana y otros factores como la contaminación de las industrias, la disponibilidad del agua potable por persona está disminuyendo. El agua es un recurso estratégico para muchos países. Se han peleado muchas guerras, como la Guerra de los seis días. En los próximos 20 años, la cantidad de agua disponible para todos decrecerá en un 30%. El 40% de los habitantes del mundo actualmente no tiene la cantidad mínima necesaria para el mínimo aseo. Más de 2,2 millones de personas murieron en el año 2000 por enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada¹⁷.

Una grave tragedia para el mundo actual es la falta del agua potable en gran parte de la población de menores recursos:

El agua es un elemento clave en el medio ambiente y en la actualidad más de mil millones de personas de este planeta no disponen de suministro de agua potable y más de dos mil millones no están conectados a ningún sistema de

¹⁵RINCÓN Griselda Andrea. El agua no tiene fronteras. Johannesburgo: Editorial McGraw-Hill, 1968. p. 35

¹⁶ Contaminación del agua, origen de la contaminación de las aguas [en línea]. España: Universidad de Navarra, 2006. [Consultado Noviembre 2007]. Disponible en Internet: www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120ProcC.htm

¹⁷ World Water Assessment Program, Programa mundial para la estimación del agua [en línea]. Madrid: UNESCO, 2003. [Consultado Septiembre 2007]. Disponible en Internet: www.unesco.org

saneamiento. El acceso al agua limpia puede reducir un 50% el riesgo de que un niño muera. Sin agua no hay desarrollo y a más desarrollo se demanda más agua hasta que esta demanda se convierte en derroche como ha advertido el movimiento hacia una Nueva Cultura del Agua¹⁸.

Otro de los graves problemas en la actualidad es la constante contaminación del recurso hídrico generado por el desarrollo industrial:

La contaminación que se da en las industrias, contiene una gran cantidad de sustancias que alteran las características normales de los recursos. Se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora o la fauna, degradar la calidad del ambiente de los recursos de la Nación o de los particulares¹⁹.

Los contaminantes son de diversa índole: "Se entiende por contaminante cualquier elemento, combinación de elementos, o forma de energía que actual o potencialmente pueda producir alteración ambiental de las precedentemente descritas. La contaminación puede ser física, química o biológica"²⁰.

Sin embargo la industria siempre requerirá de esta valiosa materia prima Como lo manifiesta Cristina Nerón de la Puerta:

El funcionamiento de cualquier industria requiere grandes cantidades de agua. El agua al intervenir en los procesos industriales se contamina, y hay que controlar el vertido de esta agua contaminada. Para valorar la importancia de la contaminación que los vertidos de la industria causan hay que conocer exactamente el proceso industrial y el uso del agua en cada punto del proceso. La relación de los principales contaminantes presentes en los vertidos del sector condicionará el tratamiento del vertido²¹.

¹⁸ Desarrollo sostenible e investigación [en línea]. España: Universidad de Cantabria, 2007. [Consultado Noviembre 2007]. Disponible en Internet: www.departamentos.unican.es/quimica/portada/Actividades2006-2007.pdf

¹⁹ Decreto ley 2811 de 1974 (Diciembre 18). Código nacional de los Recursos Naturales y de protección del Medio Ambiente [en línea]. Bogotá DC: Ministerio del Medio Ambiente, 2007. [Consultado Agosto 16 2007]. Disponible en Internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=10278>

²⁰ ²⁰ Ibid., Disponible en Internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=10278>

²¹ NERÓN DE LA PUERTA Cristina. Urbanismo e Ingeniería Ambiental: Área de Química Analítica. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, Centro Politécnico Superior de Ingenieros, 1986. p. 23.

Cuando el agua utilizada en un proceso industrial es vertida nuevamente al exterior de la industria, debe caracterizarse claramente el estado en que se entrega:

Los criterios de la calidad de agua de los efluentes se deben considerar en forma individual y no de forma agrupada, ya que las características de los efluentes varían mucho, esto se debe a las diferencias en la composición de las materias primas, en las fuentes de abastecimiento de agua de la planta, en el uso del agua y en el reciclado, en la localización geográfica o en la antigüedad de la instalación²².

Esta caracterización debe realizarse por medio de análisis específicos utilizando los principios de la física y la química:

En la actualidad la físico – química constituye una disciplina independiente, con sus propios métodos de investigación, y tiene la más grande importancia para una cantidad de ramas conexas de la ciencia, tanto teóricas como aplicadas. El conocimiento de la físico – química proporciona la clave para la comprensión del mecanismo de los diferentes procesos, y su investigación a resultado ser sumamente valioso y fructíferos en una gran cantidad de industrias, en el estudio de los procesos naturales y en el estudios de las características de un cuerpo circundante²³.

Los ríos como fuentes receptoras de los vertimientos hídricos de las industrias son los recursos naturales superficiales mas afectados con esta contaminación:

Los ríos son importantes recursos para la vida de los humanos y sus animales domésticos, pero desde hace mucho tiempo, las comunidades e industrias los vienen contaminando con una serie de sustancias que afectan su calidad y sus características naturales. Dentro de las características fisicoquímicas están la temperatura, pH, la DBO, DQO, aceites, grasas, metales pesados, sólidos disueltos, sustancias tóxicas, etc.²⁴.

Por tal razón es de suma importancia prestar la debida atención cuando se hacen descargas acuíferas a dichos recursos:

La disposición final de un vertimiento industrial hacia el recurso agua, ocasiona contaminación de acuíferos con los consecuentes problemas de aumento en los costos de tratamiento para potabilización y/o los ocasionados

²² KEMMER Frank N y McCallion John. Manual del agua: Naturaleza, tratamiento y aplicaciones. EEUU: Editorial McGraw – Hill Book, 1982. p. 5.

²³ KIREEV, V. Curso de físico química. Buenos Aires: Editorial Cartago, 1959. p. 158.

²⁴ FRITZMAN E. Química teórica: La naturaleza del agua, agua pesada. Leningrado: Editorial Cartago, 1985. p. 46.

por la disminución de fuentes de abastecimiento para riego o para agua potable por mala calidad. Pueden ocasionarse problemas tanto en la salud pública como en los ecosistemas y aguas subterráneas²⁵.

De acuerdo con el Ministerio de Salud Colombiano: "Todo vertimiento líquido hacia un cuerpo de agua debe cumplir por lo menos con un pH de 5 a 9 unidades, ausencia de material flotante, y, una remoción del 80% de grasas y aceites, sólidos suspendidos y demanda bioquímica de oxígeno para usuarios nuevos"²⁶.

Además dice el IDEAM:

En muchas regiones del mundo la contaminación reduce notablemente la disponibilidad de agua utilizable. En países como Polonia, por ejemplo, la proporción de agua proveniente de su sistema fluvial, considerada como de buena calidad para el consumo humano, ha caído del 32% al 5% en los últimos veinte años. De hecho, casi 2/3 partes del agua extraída de estas fuentes está tan contaminada que ni siquiera es apta para uso industrial a costos razonables²⁷.

4.3. NORMA INTERNACIONAL ISO 14000

Según la mención que hace Henry Cortés sobre el origen de la ISO: "La Organización Internacional de Normalización, ISO, creada en 1946, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica"²⁸.

Una definición más completa la encontramos en el Handbook de Gregory P. Jonson:

La Organización Internacional de Normalización (ISO), con base en Ginebra, Suiza, está compuesta por delegaciones gubernamentales y no gubernamentales que representan a más de 100 países, subdivididas en una

²⁵ Guía ambiental para la formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales [en línea]. Bogotá: IDEAM, 2003. [Consultado Octubre 16 2007]. Disponible en Internet: www.ideam.gov.co

²⁶ Decreto 1594 de 1984. (Junio 26). Usos del agua y residuos líquidos [en línea]. Bogotá DC: Ministerio de Salud, 2007. [Consultado Agosto 16 2007]. Disponible en Internet: www.alcaldiabogota.gov.co

²⁷ Lineamientos para el Manejo Integral del agua [en línea]. Bogotá: IDEAM, 2005. [Consultado Octubre 16 2007]. Disponible en Internet: www.ideam.gov.co

²⁸ CORTES, Henry. ISO 14000 [en línea]. Madrid: Gestipolis, 2006. [Consultado septiembre 2007]. Disponible en Internet: www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/iso14000hc.htm

serie de subcomités encargados de desarrollar las guías que contribuirán al mejoramiento ambiental. Para 1992, un comité técnico compuesto de 43 miembros activos y 15 miembros observadores había sido formado y el desarrollo de lo que hoy conocemos como ISO 14000 estaba en camino. En octubre de 1996, el lanzamiento del primer componente de la serie de estándares ISO 14000 salió a la luz, a revolucionar los campos empresariales, legales y técnicos²⁹.

Estos estándares, llamados ISO 14000, revolucionan la forma en que ambos, gobiernos e industria, van a enfocar y tratar asuntos ambientales. A su vez, estos estándares proveerán un lenguaje común para la gestión ambiental al establecer un marco para la certificación de sistemas de gestión ambiental por terceros y al ayudar a la industria a satisfacer la demanda de los consumidores y agencias gubernamentales de una mayor responsabilidad ambiental.

Sergio Sepúlveda investigador independiente sostiene que: "La Norma ISO 14000 se crea como Norma de Gestión Medioambiental y su principal objetivo es que las empresas utilicen procesos y tecnologías limpias. Esto exige que las empresas utilicen políticas de gestión medioambiental, planeamiento, evaluaciones y acciones correctivas"³⁰.

La ISO 14000 permite:

- La protección y conservación del medio Ambiente
- La conformidad con las regulaciones medioambientales internacionales
- La posibilidad de mejorar la imagen de la empresa
- La satisfacción de las exigencias de los consumidores
- Un mejor uso de los recursos naturales
- La reducción de los costos de producción

La norma es aplicable a cualquier organización que desee:

- Implementar, mantener y mejorar sus Sistema de Administración Ambiental (SAA)

²⁹ P. JONSON Gregory. The ISO 14000 EMS Audit Handbooks: EMS Audit Handbook. EEUU: Editorial CRC Press, 1997. p. 15.

³⁰ SEPÚLVEDA G, Sergio. Desarrollo Sostenible micro regional: Métodos para la Planificación local. México DF: Editorial Agro América, 2002. p. 74.

- Garantizar, por sí misma, su conformidad con la política ambiental establecida
- Demostrar tal conformidad a otros.
- Buscar certificación / registro de su Sistema de Administración Ambiental por parte de una organización externa
- Hacer una autodeterminación y auto declaración de conformidad con la norma.

Dentro de la Norma ISO 14000, se encuentra la norma ISO 14001: "Que a su vez es un instrumento internacional y voluntario que permite gestionar los impactos de una actividad productiva, de un producto o de un servicio en relación con el medio ambiente. Para lograr la conformidad con la norma ISO 14001, es imprescindible que la organización cumpla con sus obligaciones reglamentarias en materia ambiental"³¹.

Según la Organización de Standares Internacionales ISO: "Esta norma ISO 14001 define un Sistema de Gestión Ambiental como la parte del sistema de gestión total el cual incluye la estructura organizacional, planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental"³².

Así mismo: "La ISO 14001 es la única norma de requisitos (registrable/certificable) es la ISO. Esta norma internacional la puede aplicar cualquiera organización que desee establecer, documentar, implantar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental. Los pasos para aplicarla son los siguientes"³³.

- La organización establece, documenta, implanta, mantiene y mejora continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 14001:2004 y determina cómo cumplirá con esos requisitos.
- La organización planifica, implanta y pone en funcionamiento una política ambiental que tiene que ser apoyada y aprobada al máximo nivel directivo y dada a conocer tanto al personal de la propia organización como todas las partes interesadas. La política ambiental incluye un compromiso de mejora continua y de prevención de la contaminación, así como un compromiso de cumplir con la legislación y reglamentación ambiental aplicable.

³¹ CALVENTUS Y. Tecnología Energética y Medio Ambiente. Buenos aires Argentina: Ediciones UPC, 2006. p. 40.

³² *Ibíd.*, p. 44.

³³ ISO 14000 [en línea]. San Francisco: Wikimedia Foundation, 2007. [Consultado Julio 2007]. Disponible en Internet: www.wikimediafoundation.org

- Se establecen mecanismos de seguimiento y medición de las operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo en el ambiente.
- La alta dirección de la organización revisa el sistema de gestión ambiental, a intervalos definidos, que sean suficientes para asegurar su adecuación y eficacia.
- Si la organización desea registrar su sistema de gestión ambiental: Contrata una entidad de certificación debidamente acreditada (ante los distintos organismos nacionales de acreditación) para que certifique que el sistema de gestión ambiental, basado en la norma ISO 14001:2004 conforme con todos los requisitos de dicha norma.

4.4. DESARROLLO SOSTENIBLE E INDUSTRIA

Para entender los problemas ambientales, es conveniente conocer la relación que existe entre las actividades productivas y el medio ambiente, es relevante pensar que cuando un individuo realiza cualquier actividad cotidiana lo hace usando recursos o servicios que ha necesitado en algún momento del consumo o utilización del medio ambiente y de los recursos naturales. Por ello es importante reconocer que existen ciertas funciones primordiales que el medio ambiente proporciona a la economía y a las cuales la sociedad les da un valor.

De igual manera dice la RDS sobre el medio ambiente como receptor de residuos y desechos:

El sistema ecológico genera una capacidad de asimilación de desechos, al servicio del sistema socioeconómico. El estilo de desarrollo adoptado en el ámbito mundial (basado en el consumo) ha conducido a que el sistema produzca desechos que superan la capacidad de asimilación del sistema ecológico, generando contaminación y degradación de los bienes y servicios ambientales (como el agua, el aire, la capa de ozono, etc.) además de externalidades negativas³⁴.

El Sistema Nacional Para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica SINADES menciona: "Muchas organizaciones en Estados Unidos y en Europa están viendo hacia el futuro y buscando estrategias de desarrollo para lograr el desarrollo sostenible. Es así como en años recientes se han desarrollado varias técnicas en busca de la sostenibilidad. Tal es el caso de la eco-eficiencia y la eco auditoria,

³⁴ Enlaces de interés en la RDS de Colombia [en línea]. Bogotá: Red de Desarrollo Sostenible de Colombia, 2001. [Consultado Septiembre 9 2007]. Disponible en Internet: www.rds.org.co

técnicas que ayudan a rastrear y analizar el desempeño de los sistemas industriales”³⁵.

Otros investigadores como Timothy Considine de la Universidad de Pennsylvania manifiestan:

Hay un par de funciones claves que debe desempeñar un sistema industrial sostenible. La primera de ellas es desarrollar y trabajar en el ciclo de las existencias de los materiales, punto fundamental del sistema. Este ciclo opera exactamente igual que la cadena alimenticia del reino animal (el animal grande se come al más pequeño y ese pequeño se come a uno todavía más pequeño, y así sucesivamente). La segunda función es la promoción de la eficiencia energética, mediante la utilización de la energía en procesos de cascada³⁶.

Además el SINADE menciona sobre la responsabilidad integral: “Las Industrias deben tener una responsabilidad integral para generar políticas que la comprometan a mejorar continuamente su desempeño en la protección de las personas y del medio ambiente y contribuir al desarrollo de las comunidades locales y de la sociedad en general”³⁷.

El investigador ambiental Diego Ricardo Suárez Forero, manifiesta citando a Shakeb Afsah del Banco Mundial:

Por la experiencia en otros países, se puede visualizar como una comunidad bien informada crea presiones sobre las industrias que las obliga a adoptar programas efectivos de gestión ambiental. Una comunidad sensibilizada crea presiones de mercado: las amas de casa de la Comunidad Europea, crecientemente se niegan a comprar productos que no sean reciclables, la publicación de los índices de contaminación de las industrias en Estados Unidos las ha obligado a adoptar tecnologías más limpias. Los inversionistas internacionales prefieren poner su dinero en industrias con certificaciones “verdes”³⁸.

Es importante utilizar tecnologías nuevas y grados de eficacia y ecoeficiencia en las utilizadas actualmente para aumentar la capacidad de alcanzar el desarrollo

³⁵ Ecología Industrial [en línea]. Costa Rica: SINADES Sistema Nacional para el Desarrollo Sostenible, 2005. [Consultado Noviembre 12 2007]. Disponible en Internet: www.mideplan.go.cr/sinades

³⁶ Ibid., Disponible en Internet: www.mideplan.go.cr/sinades

³⁷ Ibid., Disponible en Internet: www.mideplan.go.cr/sinades

³⁸ SUÁREZ FORERO, Diego Ricardo. Gestión de la Contaminación Industrial, un nuevo enfoque [en línea]. Bogotá: Banco Mundial, 2002. [Consultado Agosto 2007]. Disponible en Internet: <http://siteresources.worldbank.org/NIPRINT/Resources/Spanish-disclosureandthePROPERprogram.pdf>

sostenible, sustentar la economía mundial, proteger el medio ambiente y mitigar la calidad de vida del ser humano:

Por ejemplo la industria de fabricación de la pulpa y el papel es una gran consumidora de agua debido a que la pulpa es lavada con agua en varios puntos dentro del proceso y a que la misma se usa para transportar las fibras de pulpa desde su producción inicial en la planta de pulpa, a través de varias operaciones de lavado, blanqueamiento, refinación y finalmente en las maquinas formadoras de papel³⁹.

4.5. AGUA LLUVIA Y CANALES COLECTORES

E. Fritzman en su texto explica como contaminan las industrias:

Las industrias generalmente contaminan con aguas residuales no tratadas adecuadamente y que no cumplen con parámetros establecidos por la ley, pero cuando existen canales de agua lluvia, estos se pueden contaminar con aguas de proceso o con procesos específicos que afectan estos canales. La separación de las aguas lluvias y las aguas residuales tiene el propósito de asegurar que el volumen y la clase de aguas a tratar sea el apropiado⁴⁰.

En el Manual del Ingeniero Químico se expresa que:

Las aguas lluvias no deberían requerir tratamiento antes de su descarga. Su conexión a la red de aguas residuales industriales no es deseable puesto que implica la construcción de sistemas de tratamiento de mayor tamaño afectando su operación y su eficiencia. Por tanto la separación de los drenajes internos tiene ventajas de recuperación de materias primas y menores costos de tratamiento⁴¹.

Del texto de Ingeniería Sanitaria de Tyler y Hicks se toma la manera de calcular la cantidad de aguas lluvias que llegan a los canales colectores:

Para calcular la velocidad de escorrentía de las aguas lluvias y la intensidad de la precipitación primero se debe calcular el promedio horario de precipitación, calcular la escorrentía de precipitación, es decir, calcular la velocidad de eliminación del agua lluvia y, calcular el efecto de un cambio de permeabilidad, es decir, si se planta sobre una gran extensión del terreno se

³⁹ KEMMER, Op. cit., p. 17.

⁴⁰ FRITZMAN. Op. cit., p. 35.

⁴¹ PERRY H. Jhon. Manual del Ingeniero químico: Tratamiento del Agua. México: Editorial Hispano Americana, 1982. p. 145.

vera aumentada la permeabilidad del suelo, lo que significa que llegara menos agua lluvia a los canales colectores⁴².

En el mismo texto se menciona:

Para el diseño de estos colectores de aguas lluvias se debe dibujar un croquis del sistema de desagüe indicando las elevaciones del terreno, dibujando las curvas de nivel, indicar la entrada del agua lluvia para cada una de las zonas que vierten el colector principal, pendientes, sentido del caudal, después calcular las dimensiones de los ramales laterales del caudal y por último calcular las dimensiones del colector principal. Estos cálculos se elaboran con ecuaciones predeterminadas que se pueden encontrar en un libro de calculo de ingeniería sanitaria y se hace con el fin de escoger la mejor infraestructura para coleccionar las aguas lluvias, y por ende acompañado de la mejor alternativa para tratar esta agua⁴³.

⁴² TYLER G., Hicks. Manual práctico de cálculos de Ingeniería: Ingeniería Sanitaria Sección 11. Diseño de un colector de aguas pluviales. Barcelona: Editorial Reverté S.A., 1983. p. 11.

⁴³Ibid., p. 12.

5. METODOLOGÍA

Para efectuar el estudio de los focos contaminantes hacia los canales de agua lluvia en la empresa Propal S.A. se pretende concentrar la investigación en determinar las causas raíces del problema y en generar las soluciones posibles de acuerdo al resultado de dicho análisis.

La metodología consistió en las siguientes actividades enfocadas cada una en cumplir los objetivos específicos de la pasantía:

Para cumplir con el primer objetivo se realizó un inventario de los canales de agua lluvia existente al interior de la Planta 2 de la empresa Propal S.A.

- En primer lugar se realizaron recorridos a lo largo de todos los canales de agua lluvia para su reconocimiento e inspección.
- Con la información tomada durante los recorridos, se procedió en conjunto con el Departamento de Ingeniería a elaborar e identificar sobre planos de la planta la ubicación de los canales y sus posibles fuentes de contaminación.

Para cumplir con el segundo objetivo se identificaron los posibles focos o fuentes de contaminación de los canales de agua lluvia, realizando pruebas físico – químicas para obtener la caracterización de las sustancias contaminantes.

- Una vez reconocidos y ubicados los canales de agua lluvia, se dio paso a identificar los posibles focos o fuentes de contaminación, verificando los procesos que realiza la planta en las cercanías de cada canal. (Ver anexo 2)
- Se procedió a coleccionar muestras en cada punto de inspección las cuales fueron enviadas al laboratorio ambiental de la planta.
- Ya identificados los posibles focos de contaminación, se realizaron pruebas físico – químicas al agua de los canales, para caracterizar las sustancias que pueden estar contaminando los canales y a su vez el efluente (Río Palo). Dicho muestreo se realizó utilizando los procedimientos estandarizados de la norma ASTM D510 y D3370 (American Society for Testing and Materials. *Annual Book of ASTM Standard* Filadelfia 1974 p44) en las cuales se basan los procedimientos normalizados utilizados por la empresa para este tipo de pruebas.

Para cumplir el tercer objetivo el cual es el de proponer alternativas de solución que conduzcan a prevenir la contaminación de los canales producidos por los focos de contaminación encontrados se realizaron reuniones de discusión y lluvia

de ideas con el personal técnico y operativo de la planta. Además para cada alternativa se presentó un estimado de la inversión necesaria para evitar las posibles fuentes de contaminación. En dichas reuniones se trataron y concretaron las siguientes actividades

- Partiendo del panorama general y específico de lo que sucede en cada uno de los focos o fuentes de contaminación, se plantearon alternativas de mitigación de impactos hacia los canales de agua lluvia, mediante la metodología de lluvia de ideas.
- Dichas alternativas para cada uno de los posibles focos de contaminación, se discutieron y analizaron con el grupo de proyectos y manejo ambiental de la empresa.
- Una vez analizada la viabilidad técnica de las alternativas para cada posible foco de contaminación se procedió a establecer un estimado de inversión requerida para su implementación.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. PRUEBAS FÍSICO – QUÍMICAS

El día 20 de Septiembre se caracterizaron 7 puntos establecidos con el plano de los canales de agua lluvia de la planta, y un punto adicional (Patio de Bagazo) en el cual presentó contaminación por derrame de aceite en agosto, situación que obligó a cerrar y aislar el canal procediéndose a limpiarlo de emergencia. Estos datos fueron tomados con la ayuda del señor Arnoldo Armijo y la señora Liliana Gonzáles del área de Tecnología de Procesos y Gestión Ambiental. Los datos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de pruebas fisicoquímicas en los canales de agua lluvia, empresa Propal, Planta 2, Septiembre del 2007. Época de lluvias intermitentes de mediana intensidad

Punto	Ubicación canal	Punto de muestreo	pH	SST (ppm)	DQO (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)	Cond. (H _o mmho/cm.	DBO ₅ (ppm)	Relación DQO/DBO
1	Canal occidental salida al río	Puente Guabal	7.59	23.2	13	3.92	57.7	2.1	6.2
2	Canal occidental salida al río	Guabal después lavaderos	7.3	6	11	1.34	60.6	9.6	1.14
3	Canal sur frente a planta de agua	Detrás planta de agua	7.4	16	10	1.27	52.5	6.5	1.5
4	Canal sur Frente a Recupotencia	Frente Bodega de Carbón	7.25	4.4	18	1.16	154.7	2	39.0
5	Canal Norte frente a papel fibras	Frente papel fibras	7.7	329	160	1	117.2	22.9	6.2
6	Canal oriental Materias Primas	Frente materias primas	7.28	12	34	3.55	27.1	3.7	9.1
7	Canal occidental salida de planta	Frente cancha de fútbol	7.14	28.8	30	2.29	30.4	6.2	4.8
8	Canal norte frente al patio de bagazo	Patio de Bagazo	6.51	39	681	0.1	74.7	-----	-----

Fuente: VIDAL, Hernán. Resultados de muestreo y análisis de focos de contaminación en canales de aguas lluvias, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

El decreto 1594/84 de la Constitución Colombiana, define el grado de calidad de las fuentes superficiales en cuanto a materia orgánica. Los resultados y datos obtenidos a partir de las muestras se compararon con respecto a este decreto. Se toma como parámetro más importante la DBO_5 y se definen los siguientes parámetros a continuación:

- Si DBO_5 es menor a 2.9 mg/l de O_2 : las aguas se consideran de buena calidad.
- Si DBO_5 está entre 3 y 4.9 mg/l de O_2 : Se consideran aguas enriquecidas en materia orgánica.
- Si DBO_5 es mayor a 5 mg/l de O_2 : se consideran aguas contaminadas

El libro de Frank N. Kemmer explica como evaluar el grado de contaminación de un efluente:

Una forma de evaluar el potencial de problemas relacionados con la demanda de oxígeno/toxicidad de un producto o corriente residual es tomar en cuenta tanto el valor de DQO como el valor de DBO de la sustancia. La relación de estas cantidades, es decir DQO: DBO es de 2,5:1 a 5:1 para las corrientes típicas de residuo de la industria. Cualquier corriente residual con una relación DQO: DBO muy alta (por encima de 5:1) indica una deficiente biodegradabilidad del material. En muchos casos, sólo la DBO no representa un índice adecuado de la biodegradabilidad. Este tema ha sido estudiado para el caso de muchos tipos de compuestos químicos, incluyendo Polivinilacetilo, butilo, benzoato, polietileno, kerosén y tintes, entre otros⁴⁴.

De igual forma resalta la importancia de identificar las sustancias contaminantes: "Cuando se determina el índice de biodegradabilidad mediante la relación enunciada anteriormente es muy importante determinar el tipo de sustancias que están originando los resultados de los valores de DQO y DBO, para además determinar su potencialidad como productos tóxicos"⁴⁵.

A partir de los resultados se sacaron algunas observaciones y conclusiones:

- Se presentaron valores muy altos de DBO_5 en los puntos ubicados en el Guabal después de los lavaderos y frente a papel fibras. Esto se explica en el caso de los lavaderos del Guabal, al presentarse aguas residuales provenientes del uso doméstico que del agua hacen los habitantes de la vereda en mención y cuyo vertimiento se hace directamente al canal.

⁴⁴ KEMMER, Op. cit. p. 9

⁴⁵ *Ibid.*, p. 12

- El punto ubicado frente a papel fibras presenta una contaminación alta DQO (160 ppm), alta DBO5 (22.9 ppm) y altos sólidos suspendidos totales (329 ppm). Más adelante podría explicarse por el foco de contaminación proveniente de las escorrentías ocasionadas en épocas lluviosas por los depósitos de residuos sólidos situados cerca de dicho canal, las cuales en algunas ocasiones rebosan los diques de contención. Dichos residuos sólidos son de característica orgánica tales como fibrillas de caña y polvillo proveniente de los procesos de limpieza del bagazo antes de ser cocinado para convertirse en pulpa de bagazo.
- El oxígeno disuelto en todos los canales presento valores por encima de 1 ppm. Sólo en el punto identificado como patio de bagazo el valor fue de 0.1 ppm. Posiblemente ocasionado por las escorrentías provenientes de la pila de bagazo:

Un mínimo de 3 a 4 ppm se consideran necesarios para conservar la diversidad biológica en las fuente hídricas superficiales - Valores por debajo de 1 ppm al contrario hacen imposible el desarrollo de cualquier tipo de biología con respiración aerobia. Por lo tanto en el canal como tal no podrá desarrollarse vida acuática. Puesto que no se pretende que en el canal haya desarrollo biológico, lo importante es el impacto contaminante sobre el vertimiento al río desde dicho canal⁴⁶.

- En cuanto al pH, característica que indica la acidez o alcalinidad de las muestras, se presentaron en general valores normales, por lo cual podemos concluir la no existencia de impacto sobre los canales de sustancias típicas de la industria de fabricación de pulpa y papel, las cuales son fuertemente ácidas como el ácido sulfúrico, o altamente alcalinas como el carbonato de sodio o la soda cáustica. El pH un poco bajo de la muestra tomada frente al patio de bagazo, puede indicarnos la presencia en menor grado de algunas escorrentías provenientes del patio de almacenamiento, debido a la tendencia a la fermentación que tiene el bagazo almacenado por largo tiempo a la intemperie.
- Coincidiendo con el punto anterior y según los reportes e informes de la oficina de Gestión Ambiental de Propal: "la muestra tomada en canal norte frente al patio de bagazo presentó una DQO alta (681 ppm), el mes anterior estuvo en 557 ppm"⁴⁷. Además se hicieron recomendaciones a la oficina de Gestión Ambiental ya que: "una concentración muy baja de oxígeno disuelto, indica posible contaminación de tipo orgánico debido a las escorrentías provenientes de la pila de bagazo"^{*}.

⁴⁶ KEMMER, Op. cit. p. 5

⁴⁷ MOSQUERA, Lyda Amparo. Bitácora de reportes e informes de parámetros ambientales, Propal S.A. Planta 2. Caloto, 2007. 1 carpeta.

* Se recomendó a los directores de Gestión Ambiental, efectuar el monitoreo en este punto en periodos largos de tiempo que abarcaran épocas de lluvia y épocas de verano. Dicha información,

- Los únicos puntos de muestreo en los que se identificó agua de buena calidad según la norma descrita anteriormente, son los ubicados en el puente del Guabal y frente a la bodega de carbón. Sin embargo el valor de 13 ppm en DQO podría significar la existencia de algún impacto contaminante con material orgánico proveniente de los canales ubicados al interior de la planta, tal como el canal aledaño al patio de residuos sólidos (canal norte frente a Papelfibras) o el canal cercano al patio de almacenamiento de bagazo (canal norte frente al patio de bagazo).

Aunque las pruebas fueron realizadas tomando en cuenta la normatividad para fuentes superficiales, se debe aclarar que los canales en si no son fuentes de agua superficiales. Lo importante es considerar que el agua contenida en esos canales, se supone sea solamente agua lluvia que va directamente a la fuente superficial receptora que en este caso es el Río Palo. Por lo tanto no se pueden considerar como vertimientos de la planta, puesto que el agua conducida por los canales no es generada en ningún proceso industrial. Los valores obtenidos de demanda química y biológica de oxígeno así como la presencia de sólidos suspendidos, indican posible contaminación debido a descargas puntuales o escorrentías provenientes de lugares aledaños a los canales en donde se manejan los diferentes procesos de la planta. Como puede observarse en el plano general 01-10-003 todos los canales se unifican en una canalización final que conduce al río Palo.

Sin embargo podría considerarse una contradicción frente a las normas relativas a las fuentes de agua superficiales y las relativas a los efluentes industriales (Decreto 1594/84) puesto que los valores de las muestras tomados en los canales de agua lluvia comparadas con los resultados de las muestras tomadas a la salida de las lagunas de la PTAR, siempre serán más bajos, debido a la naturaleza misma del agua que es motivo de análisis. (Aguas lluvias vs. aguas residuales de proceso). Siempre se encontrará que el impacto contaminante será mayor si se considera el efluente residual del proceso.

No obstante por reglamentación del Decreto 1594/84 ya descrito anteriormente en su artículo 6 describe que:

La contaminación por vertimientos, grasas y aceites, color y olor, en canales de agua lluvia no debe presentarse cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación. Además ningún tipo de contaminante de actividad industrial sin previo tratamiento debe descargar a canales que afecten directamente cuerpos de agua receptores⁴⁸.

considerada confidencial por la compañía, será obtenida y utilizada durante el desarrollo del proyecto de rediseño y mejoramiento de la red de canales de agua lluvia de la planta.

⁴⁸ Decreto 1594 de 1984, Op cit. p. 33

De acuerdo a la relación DQO/DBO mostrado en la tabla 1: “las sustancias presentes en los puntos de muestreo son degradables cuando entren a la fuente receptora”⁴⁹, lo cual nos lleva a concluir que el porcentaje de grasas hallado proviene del mal funcionamiento de la trampa de grasas ubicada a la salida de la cafetería.

Según el reporte de operaciones del área de calderas: “También se puede observar que la contaminación de los canales es una contaminación puntual, provocada por fuentes o focos donde se derraman sustancias hacia ellos y es donde se suben los valores de DBO₅ y se baja el oxígeno disuelto. Esto se visualiza en el punto 8 (patio de bagazo) donde se derramo aceite en el mes de Agosto”⁵⁰.

Por lo expuesto anteriormente, el problema de los focos de contaminación y el riesgo de que los canales se contaminen, puede tratarse desde las causas y fuentes originarias de la contaminación para cada canal en particular, resolviendo de esta manera el problema y mitigar el riesgo de producir impactos negativos en los ríos cercanos a la fabrica.

6.2. DESCRIPCION DE LOS FOCOS Y PROPUESTAS

Para mitigar los impactos producidos hacia los canales de agua lluvia, se tomaron en cuenta cada uno de los focos o fuentes de contaminación, se analizó el problema que en cada uno se presentaba y se generaron propuestas para mitigar esta contaminación. Las propuestas se realizaron con la ayuda de los Ingenieros Lorenzo Medina, Jhon Jairo Gutiérrez y Fernando Rodríguez. A continuación se describen cada uno de los focos a tratar con sus respectivas propuestas:

6.2.1. Zona de materias primas (Descarga del Carbonato de Calcio Figura 1 y 2.). Una de las materias primas utilizadas en la empresa en su proceso de producción es el Carbonato de Calcio, éste se utiliza para el proceso de blanqueamiento del papel. En este punto la contaminación se produce por no existir la infraestructura adecuada para descargar el material y para conducir los derrames producidos en la descarga. En muchas ocasiones el carro-tanque se ha derramado carbonato haciendo que este producto caiga hacia el canal próximo a este sitio, o cuando lo descargan a través de la manguera, salen residuos que quedan en ésta hacia el piso llevando este químico al canal por acciones del viento y lluvia. El valor encontrado de pH de 7.28 corrobora que se trata solo de descargas puntuales que rápidamente son neutralizadas por efecto de la misma

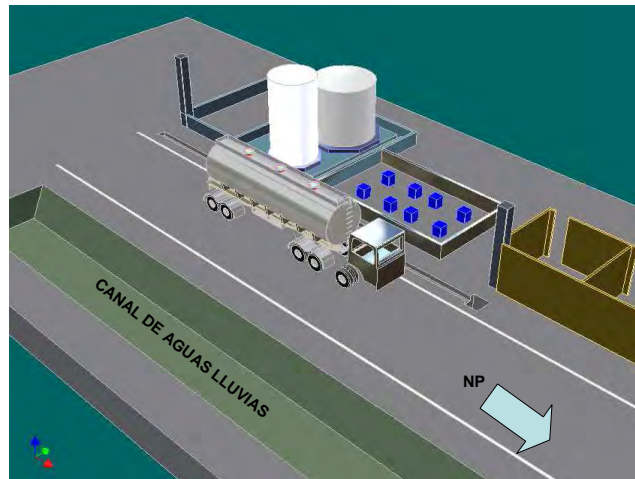
⁴⁹ Ibid., Cáp. 6 p 12

⁵⁰ VELEZ, Álvaro. Reporte de operación. Descripción de anomalía, Propal S.A. Planta 2. Caloto, 2006. 1 carpeta

dilución con agua. Para mitigar los impactos producidos en esta zona de descarga del Carbonato de Calcio se plantearon tres propuestas:

- La adecuación de un dique que se encuentra desocupado para que el carro tanque que descarga el Carbonato de Calcio entre hacia ese dique y haga la descarga adentro para evitar los regueros de la sustancia hacia el canal cercano. Adicionalmente se deberá cubrir la canaleta o el pequeño canal que se encuentra al lado del dique, el cual conduce el agua lluvia que ahí cae hacia el canal, para que el carro tanque pueda entrar sin problemas. Las figura 1 muestra la estructura actual en donde se descarga el Carbonato de Calcio y la figura 2 muestra la propuesta de diseño.

Figura 5. Estructura carbonato de calcio actual



Fuente: RODRIGUEZ, Fernando. Propuestas proyecto canales de agua lluvia, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

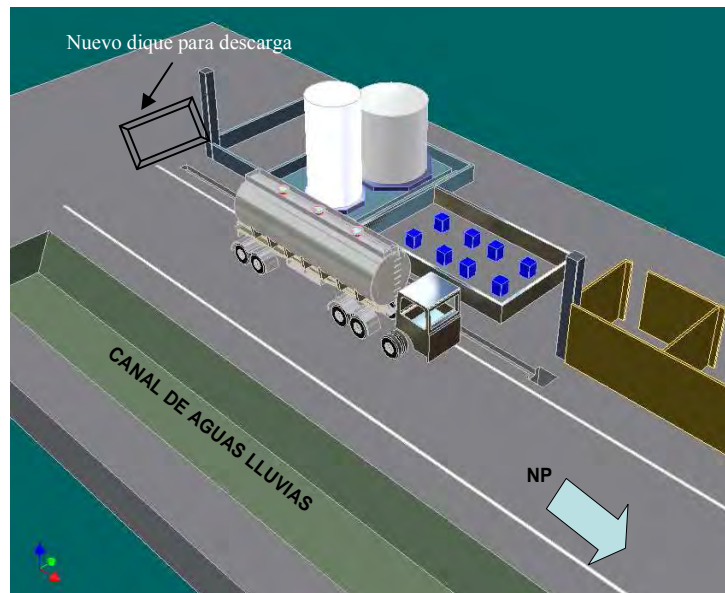
Figura 6. Estructura carbonato de calcio propuesta



Fuente: RODRIGUEZ, Fernando. Propuestas proyecto canales de agua lluvia, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

- La segunda propuesta pretende la realización de un dique, donde lleguen todos los carros tanques que descargan la sustancia del Carbonato junto con otras como Broker (pulpa CAME, Cartones América) para evitar así derrames hacia el canal y posteriormente conectarlo mediante tubería a la tubería de efluentes cercana. Cabe mencionar que en este caso no se realizaría nada en el dique desocupado ni en el pequeño canal o carcomo que conduce el agua lluvia hacia el canal cercano. La figura 3 muestra la localización del dique.

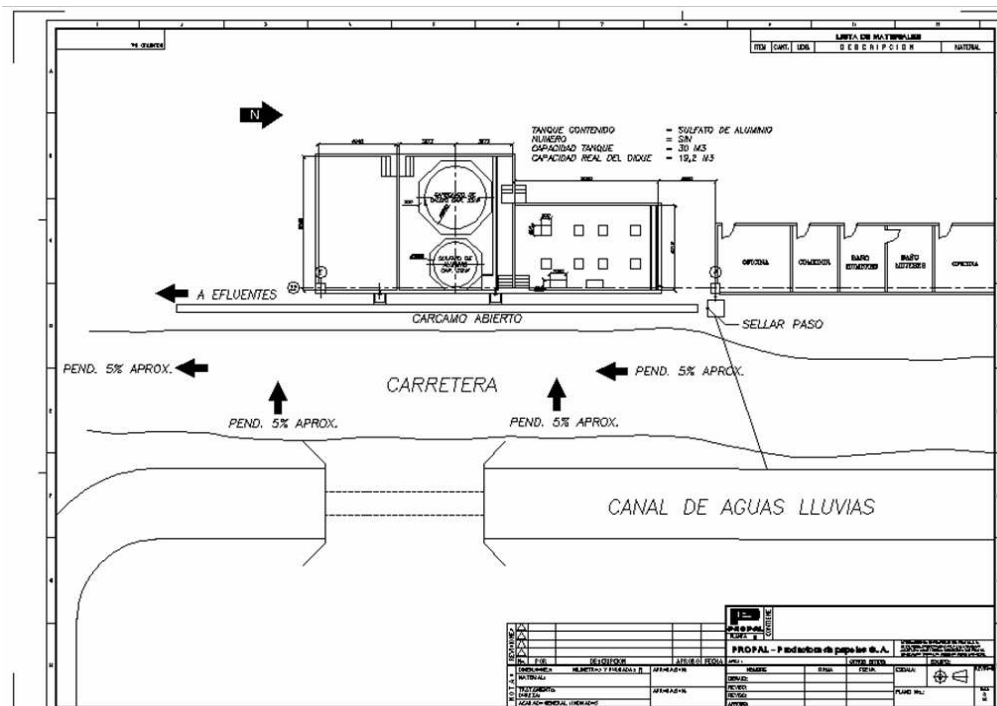
Figura 7. Localización del nuevo dique para la descarga del Carbonato de Calcio



Fuente: RODRIGUEZ, Fernando. Propuestas proyecto canales de agua lluvia, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

- Esta última propuesta requiere la adecuación de la vía para que la cantidad de sustancia que se derrame en las descargas se traslade hacia un carcomo abierto para su posterior traslado hacia la tubería de efluentes (PTAR). Esta propuesta es la que tiene mayor aceptación y la que seguramente se va a tomar en cuenta. La figura 4 muestra un plano con la vía y las pendientes que se requieren para que quede inclinada hacia el carcomo y la sustancia no se derrame hacia el canal.

Figura 4. Adecuación de la vía que conduce el carro tanque hacia la descarga del Carbonato de Calcio



Fuente: GUTIERREZ, Jhon Jairo. Propuestas proyecto canales de agua lluvia zona de materias primas, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

6.2.2. Zona del casino. El Casino es la zona de alimentación de los trabajadores, es el restaurante y se originan una serie de residuos de comida. En el casino existe una tubería que conduce las grasas hacia la trampa de grasas, el problema es que la trampa esta colmatada y hace que toda la grasa, con los residuos incluidos pasen hacia el canal contaminándolo. Ya se hizo una limpieza, sin embargo, es necesario que haya unas rejillas donde queden contenidos estos residuos y no pasen hacia la trampa y posteriormente hacia los canales. De esta manera la propuesta está encaminada al diseño de estas rejillas para que la trampa pueda funcionar adecuadamente y no se contamine el canal con los residuos ni con las grasas.

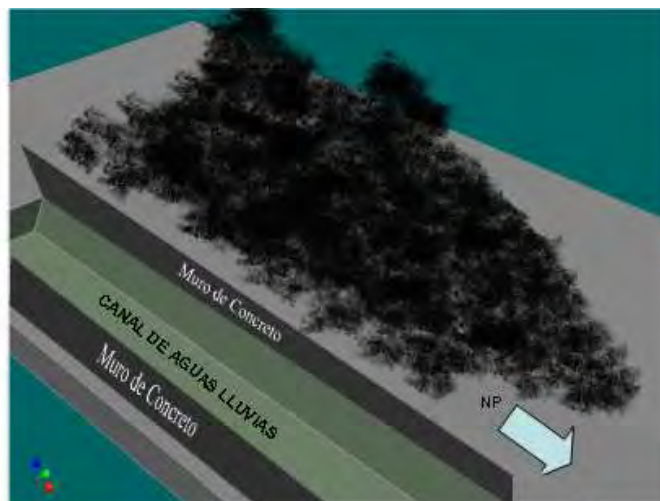
6.2.3. Zona patios de carbón. En esta zona se almacena el carbón que se utiliza para el funcionamiento de la caldera. La contaminación que se presenta es que la montaña de carbón está situada a la orilla del canal, y al estar tan cerca deposita sedimentos por gravedad, lluvia y vientos haciendo que los canales se colmaten y sedimenten en gran cantidad.

Además, en esta área se utilizan carpas o plásticos grandes en la descarga del carbón, estas carpas, junto con residuos de platos de icopor, vasos plásticos y cartones utilizados por los trabajadores, son dejadas a las orillas haciendo que se deslicen hacia el canal contaminándolo con basura.

La propuesta está encaminada hacia dos fines:

- El primero la concientización mediante la programación de charlas de educación ambiental con una descripción específica del problema. Dichas charlas pueden ir acompañadas de documentación gráfica para resaltar los daños medioambientales posibles cuando se produce la contaminación de los canales de agua lluvia de la empresa. Las charlas tienen como único objetivo implementar los controles operativos necesarios para evitar que se arroje estos residuos hacia los canales. Esto es necesario ya que pueden crear proyectos y diseños para recuperar los canales pero si no se toma en cuenta el problema de la concientización para que no se arroje basura, los canales van a seguir estando contaminados.
- La realización de dos muros de concreto a lado y lado del canal para evitar que el carbón se deslice hasta el canal ya sea por la lluvia o el viento. La figura 5 muestra la ubicación de los muros en el canal.

Figura 9. Ubicación de muros de concreto en el canal de los patios de carbón



Fuente: RODRIGUEZ, Fernando. Propuestas proyecto canales de agua lluvia, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

6.2.4. Zona de almacenamiento del combustible del crudo Rubiales. En esta zona se almacena el “Crudo Rubiales” que es el combustible utilizado para la caldera. Dicha zona presenta riesgo de contaminación por derrames en la descarga de los vehículos que traen el combustible y por algunas fugas en la trampa de grasas. Se propone por lo tanto revisar el diseño y capacidad de la trampa para que no se produzcan las fugas, además de adecuar el sitio (puede ser mediante un dique donde se ubique la manguera) para que no se derrame el combustible hacia el canal.

6.2.5. Escorrentías y sedimentos de la montaña de desechos sólidos. A través de los años, la empresa Propal S.A. ha ubicado un área para la disposición de desechos sólidos pero esta montaña esta clausurada y no se utiliza ni se arrojan más residuos desde unos años atrás. Los residuos que quedan de sus procesos y que eran dispuestos en ese lugar anteriormente son:

- Residuos de lodos de los efluentes que provienen de las filtro prensas, maquinas situadas en la zona de efluentes y que tienen como función deshidratar el sedimento del clarificador primario con el que la planta inicia el tratamiento de sus aguas residuales. (60%)
- Lodos de cal, que quedan del proceso del blanqueo del papel. (20%)
- Carbonilla, que queda como residuo del proceso en la quema del carbón. (8%)
- Hollín, que queda como residuo en la caldera. (10%)
- Rechazos de las piscinas de desmedulado, estas piscinas son del área donde se trata el bagazo desmedulandolo y son aguas que quedan del lavado y separación de las fibras del bagazo de caña que es el tratamiento inicial que se hace para la producción de papel). (2%)

El problema se presenta cuando por efecto de la lluvia, hay arrastre de algunos de estos sólidos hacia los canales adyacentes lo que provoca contaminación por sedimentos y residuos, además de posibles escorrentías. Para mitigar estos impactos se plantean tres propuestas:

- Esta primera propuesta está encaminada a la canalización de estos canales adyacentes a la montaña, desviando el flujo hídrico contenido hacia la PTAR mediante un sistema de bombeo. De esta manera los sedimentos o sólidos que se arrastren por efecto de la lluvia y las posibles escorrentías, ya no caerán hacia el canal sino que irán directamente hacia la PTAR y los canales no se contaminarán. Dentro de esta propuesta surgen algunos inconvenientes que son relacionados con la capacidad o vida útil de las lagunas de la PTAR ya que se le estarían

arrojando más lodos y se agrave el problema que generalmente tienen estas lagunas que producen muchos lodos o sedimentos con dificultades para tratarlos.

- la segunda propuesta consiste en la caracterización topográfica de la montaña donde se ubique el punto más bajo o hondo para conducir los escorrentías a través de una tubería que se conecte a la tubería de efluentes (PTAR) más cercana, y así, posteriormente poderlos conducir hacia la PTAR. Esta propuesta también muestra un inconveniente ya que se estarían tratando las posibles escorrentías pero los sedimentos se seguirían escurriendo hacia el canal. Los que nos conduce a una tercera y última propuesta.

- Esta propuesta está encaminada a retirar la montaña vendiéndosela o facilitándosela a personas u organizaciones que tengan proyectos de utilización de lodos para compostaje o para la fabricación de ladrillos. Existen muchos estudios y proyectos que indican que los lodos de las lagunas sirven o son aceptables para el compostaje incluyendo las normas que estos sólidos requieren para su disposición. En la actualidad estos proyectos han tenido bastante aceptación, por esta razón esta propuesta es la más aceptable e indica que al deshacerse de esta montaña, ni las escorrentías ni los lodos seguirían escurriendo hacia los canales y el problema quedaría totalmente corregido.

Para cada una de las alternativas planteadas en cada foco, se estimó un costo presupuesto de realización de las obras de ingeniería civil de acuerdo con la información suministrada por el Departamento de Ingeniería y proyectos de la planta:

En la tabla 2 se resumen los diferentes focos encontrados con sus respectivas propuestas.

Tabla 2. Focos o Fuentes de contaminación y sus propuestas de mitigación

FOCOS DE CONTAMINACION	PROPUESTA	COSTO ESTIMADO*
Zona de materias primas (descarga del Carbonato de Calcio)	1. utilización y adecuación de dique abandonado para que el carro tanque descargue la sustancia y los residuos se lleven a la PTAR	\$ 25,000,000
	2. Creación de un nuevo dique para la descarga del Carbonato de Calcio conectándolo a la PTAR	\$ 30,000,000
	3. adecuación de la vía con pendientes de 5% aproximadamente y adecuación de un cárcamo abierto para llevar la sustancia derramada hacia la PTAR	\$ 20,000,000

Continuación de la tabla 2

FOCOS DE CONTAMINACION	PROPUESTA	COSTO ESTIMADO*
Zona del Casino	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza de trampa de grasas 2. Utilización de rejillas para evitar colmatación y posterior contaminación al canal 	\$ 3,000,000
Zona Patios de Carbón	<ol style="list-style-type: none"> 1. capacitación y concientización a los trabajadores para que no sigan arrojando residuos hacia el canal. 2. construcción de muros o diques a lado y lado del canal para evitar que el carbón se deslice hasta él. 	<p>\$ 10,000,000</p> <p>\$ 100,000,000</p>
Zona almacenamiento de Crudo Rubiales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de diseño y ampliación capacidad de la trampa de grasas. 2. Construcción de un dique para que el combustible no se derrame hacia el canal 	<p>\$ 10,000,000</p> <p>\$ 30,000,000</p>
Escorrentías y sedimentos de la montaña de desechos sólidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Canalización y desviación del flujo hídrico hacia la PTAR. 2. Caracterización topográfica y desviación de los escorrentías mediante tubería hacia la PTAR 3. Venta o disposición de residuos para compostaje o fabricación de ladrillos. 	<p>\$ 25,000,000</p> <p>\$15,000,000</p> <p>N/A</p>
GRAN TOTAL		\$ 248,000,000

Fuente: RODRIGUEZ, Fernando. . Proyecto de reconstrucción y mejoramiento de la red de canales de aguas lluvias, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

Propal cuenta en su plan decenal de inversiones con un presupuesto de US\$ 350,000 (dólares) o sea aproximadamente \$ 700, 000,000 (pesos) para solucionar el problema de los canales de aguas lluvias en Planta 2. Los estimados suministrados por el Ing. Rodríguez deberán ajustarse con el desarrollo de la Ingeniería de detalle respectiva. Además del análisis y la discusión podrán salir otras alternativas que igualmente deberán ser evaluadas y desarrolladas.

7. CONCLUSIONES

Los focos o fuentes de contaminación fueron identificados de acuerdo con la sustancia contaminante y el área generadora, además se realizaron análisis físico químicos de las sustancias contaminantes para detectar el grado de contaminación y el posible impacto sobre la fuente receptora.

La situación con los canales de agua lluvia en la empresa Propal-Planta 2, es un problema de carácter puntual, donde la contaminación esta dada por problemas en los focos. Por ejemplo, cuando una sustancia se derrama accidentalmente los niveles de contaminación se aumentan haciendo que los impactos negativos sean de mayor magnitud hacia el Río receptor (Río Palo).

En conjunto con el departamento de Ingeniería de Propal se hizo un inventario detallado de los canales de agua lluvias, información con la cual se elaboro el plano 01-10-003 "Plano general de canales de aguas lluvias, Propal Planta 2 donde se muestra cada uno de los canales y su foco de contaminación (Ver Anexo A).

Se realizaron propuestas específicas para cada uno de los focos de contaminación, consistentes en la construcción de diques, la canalización en algunos casos y la desviación del flujo del canal a la Planta de Aguas Residuales PTAR. Se enumeran todas las posibles fuentes de contaminación encontradas, detallando a la derecha cada una las acciones necesarias a tomar para evitar de raíz dicha contaminación. (Ver Tabla 2).

8. RECOMENDACIONES

Los canales de agua lluvia en la empresa no deben correr el riesgo de ser contaminados con sustancias o subproductos derivados del proceso productivo, ni con materias primas utilizadas para el mismo. Estos canales son independientes de las redes de efluentes de la PTAR, llevando las escorrentías del agua lluvia directamente al río trasladando el riesgo de contaminación a este recurso hídrico.

Realizando solamente la limpieza de los canales sin eliminar las causas que originan la contaminación no es un procedimiento válido ni técnicamente o económicamente. Debe eliminarse el riesgo eliminando los focos de contaminación para cada canal en particular. Sólo de esta manera se garantiza que el proyecto de descontaminación de los canales tenga los resultados esperados.

La recomendación de tratar particularmente y desde las causas origen cada foco de contaminación, resuelve el problema ambiental eliminando la posibilidad de que el Río Palo se impacte negativamente con sustancias nocivas para el medio ambiente y para la salud de las comunidades vecinas.

La responsabilidad social de la empresa indica que debe tratar y disponer apropiadamente sus subproductos y residuos antes de verterlos al medio, no solo por norma, sino por los impactos sociales en salubridad que se pueden generar en el evento de causar contaminación de las fuentes superficiales aledañas. Además el gobierno tiene la responsabilidad de legislar y hacer cumplir las normas y leyes ambientales para proteger los recursos en función de las poblaciones menos favorecidas y vecinas de las industrias. Por lo tanto la recomendación principal de este estudio es acometer cuanto antes el análisis preciso y detallado de cada una de las alternativas presentadas, evaluándolas técnica y económicamente, e iniciando su implementación en el menor tiempo posible.

La sustentación de dichas inversiones debe basarse en el hecho de que los recursos hídricos, en este caso las aguas superficiales como los ríos, no solo aportan beneficios ambientales como son los ecosistemas y paisajes, sino también el abastecimiento de agua saludable y el fortalecimiento de un ambiente sano para alcanzar una vida digna y un desarrollo sostenible en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

Año Internacional del Agua dulce. [en línea]. EEUU: UNESCO, 2003. [Consultado Agosto 2007]. Disponible en Internet: www.wateryear2003.org

AUDESIRK. Teresa y BRUCE E. Byers. Biología: La Vida en la tierra. Chicago: Editorial Pearson, 2004. 892 p.

Balance Hídrico Mundial y Recursos Hidráulicos de la Tierra [en línea]. Madrid: UNESCO, 1979. [Consultado Septiembre 2007]. Disponible en Internet: www.unesco.org

CAIRO'S y DICKSON. Biological Methods for Assessment of Water Quality. ASTM. EEUU: Editorial J. Cairns, 1973. 238 p.

CALVENTUS, Y. Tecnología Energética y Medio Ambiente. Buenos aires Argentina: Ediciones UPC, 2006. 187 p

Contaminación del agua, origen de la contaminación de las aguas [en línea]. España: Universidad de Navarra, 2006. [Consultado Noviembre 2007]. Disponible en Internet: www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120ProcC.htm

CORTES, Henry. ISO 14000 [en línea]. Madrid: Gestipolis, 2006. [Consultado septiembre 2007]. Disponible en Internet: www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/iso14000hc.htm

Decreto 1594 de 1984. (Junio 26). Usos del agua y residuos líquidos [en línea]. Bogota DC: Ministerio de Salud, 2007. [Consultado Agosto 16 2007]. Disponible en Internet: www.alcaldiabogota.gov.co

Decreto ley 2811 de 1974 (Diciembre 18). Código nacional de los Recursos Naturales y de protección del Medio Ambiente [en línea]. Bogota DC: Ministerio del Medio Ambiente, 2007. [Consultado Agosto 16 2007]. Disponible en Internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=10278>

Desarrollo sostenible e investigación [en línea]. España: Universidad de Cantabria, 2007. [Consultado Noviembre 2007]. Disponible en Internet: www.departamentos.unican.es/quimica/portada/Actividades2006-2007.pdf

Ecología Industrial [en línea]. Costa Rica: SINADES Sistema Nacional para el Desarrollo Sostenible, 2005. [Consultado Noviembre 12 2007]. Disponible en Internet: www.mideplan.go.cr/sinades

El agua recurso vital [en línea]. Valencia: Centro Rural de Información Europea, 2006. [Consultado el 15 de Julio de 2007]. Disponible en Internet: www.criecv.org.

Enlaces de interés en la RDS de Colombia [en línea]. Bogotá: Red de Desarrollo Sostenible de Colombia, 2001. [Consultado Septiembre 9 2007]. Disponible en Internet: www.rds.org.co

FRITZMAN E. Química teórica: La naturaleza del agua, agua pesada. Leningrado: Editorial Cartago, 1985. 167 p

GAGO, Ismail Ali. El Agua. Propiedades del Agua [en línea]. España: Ismail Ali Gago, 2000. [Consultado Agosto 15 2007]. Disponible en Internet: www.platea.pntic.mec.es/iali/personal/agua/indice

Guía ambiental para la formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales [en línea]. Bogotá: IDEAM, 2003. [Consultado Octubre 16 2007]. Disponible en Internet: www.ideam.gov.co

GUTIERREZ, Jhon Jairo. Focos de Contaminación, Propal S.A. Planta II. Caloto, j 2007. 1 archivo de computador

HOPENHAYN, Martín. El derecho a entornos saludables para la infancia y la adolescencia. En: Revista Desafíos: Boletín de la infancia y la adolescencia sobre el avance de los objetivos de desarrollo del milenio. No. 5 (Jul. 2007); 6 p.

ISO 14000 [en línea]. San Francisco: Wikimedia Foundation, 2007. [Consultado Julio 2007]. Disponible en Internet: www.wikimediafoundation.org

KEMMER Frank N y McCallion John. Manual del agua: Naturaleza, tratamiento y aplicaciones. EEUU: Editorial McGraw – Hill Book, 1982. 265 p

KIREEV, V. Curso de físico química. Buenos Aires: Editorial Cartago, 1959. 815 p

Lineamientos para el Manejo Integral del agua [en línea]. Bogotá: IDEAM, 2005. [Consultado Octubre 16 2007]. Disponible en Internet: www.ideam.gov.co

Los beneficios de invertir en agua saneamiento e higiene. En: Temas de políticas publicas: Agua Saneamiento, Higiene e infancia. (2007); 8 p.

MOSQUERA, Lyda Amparo Informe mensual de inspección, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador

NERÓN DE LA PUERTA Cristina. Urbanismo e Ingeniería Ambiental: Área de Química Analítica. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Centro Politécnico Superior de Ingenieros, 1986. 130 p.

NORDELL, Eskel. Water Treatment for Industrial and Other Uses. New York: Editorial Reinhold, 1961. 815 p

P. JONSON Gregory. The ISO 14000 EMS Audit Handbooks: EMS Audit Handbook. EEUU: Editorial CRC Press, 1997. 316 p

PERRY H. Jhon. Manual del Ingeniero químico: Tratamiento del Agua. México: Editorial Hispano Americana, 1982. 1429 p.

POSTEL, Sandra. Last Oasis: Facing Water Scarcity. New York: Editorial W. W. Norton and Company, 1992. 239 p.

RINCÓN Griselda Andrea. El agua no tiene fronteras. Johannesburgo: Editorial McGraw-Hill, 1968. 207 p

RODRIGUEZ, Fernando. Propuestas proyecto canales de agua lluvia, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

SEPÚLVEDA G. Sergio. Desarrollo Sostenible micro regional: Métodos para la Planificación local. México DF: Editorial Agro América, 2002. 158 p

Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 En: Revista Organización Internacional de Estandarización ISO. Vol. 15. (1998); 23 p.

Sostenibilidad económica, social, cultural y ambiental. Gestión medio ambiental [en línea]. Bogotá D.C.: ECOGEL, 2007. [Consultado 15 de Octubre de 2007]. Disponible en Internet: www.eco-gel.com/gestion_ambiental.

SUÁREZ FORERO, Diego Ricardo. Gestión de la Contaminación Industrial, un nuevo enfoque [en línea]. Bogota: Banco Mundial, 2002. [Consultado Agosto 2007]. Disponible en Internet: <http://siteresources.worldbank.org/NIPRINT/Resources/Spanish-disclosureandthePROPERprogram.pdf>

TYLER G. Hicks. Manual práctico de cálculos de Ingeniería: Ingeniería Sanitaria Sección 11. Diseño de un colector de aguas pluviales. Barcelona: Editorial Reverté S.A., 1983. 36 p

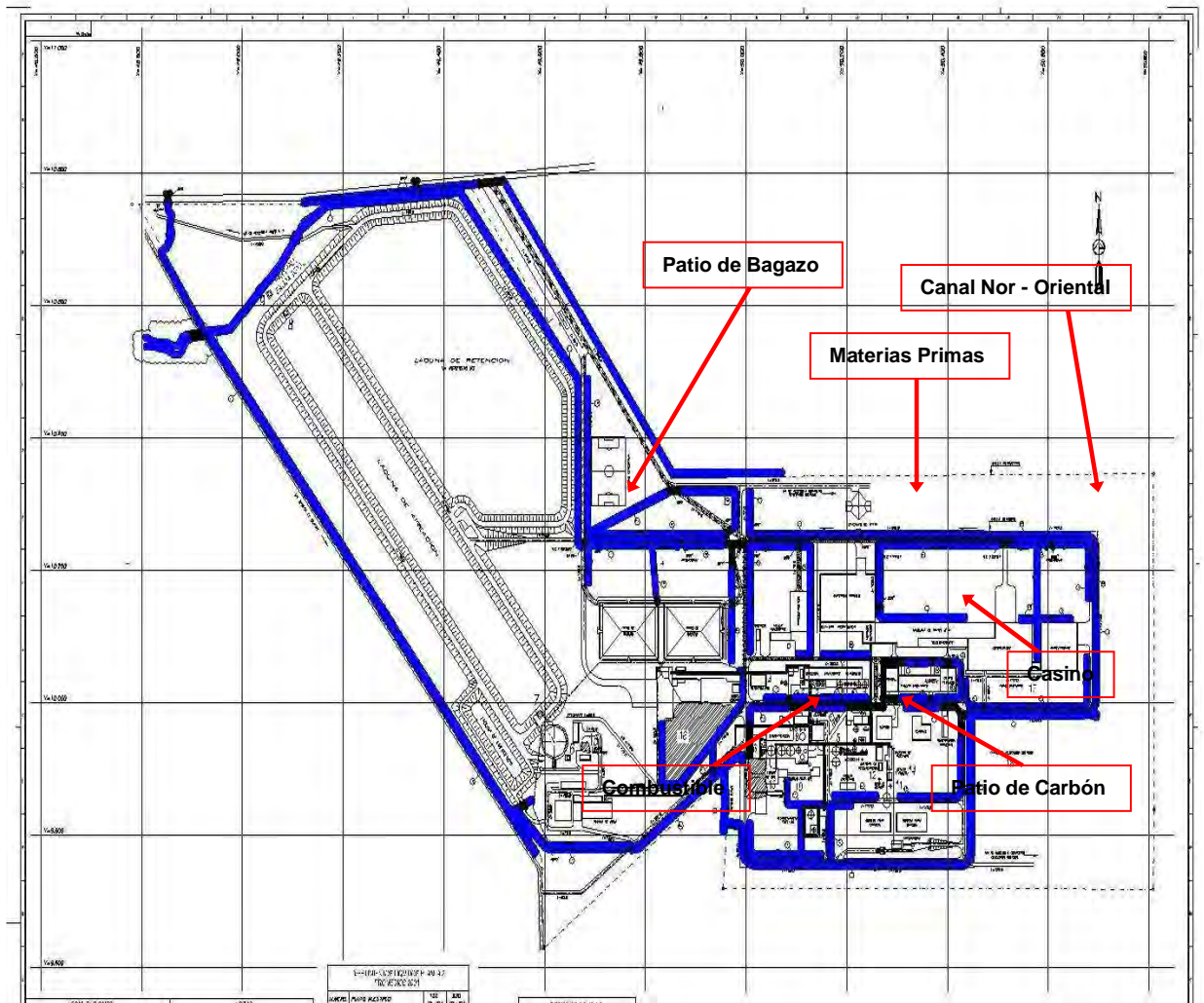
VELEZ, Álvaro. Reporte de operación. Descripción de anomalía, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2006. 1 carpeta

VIDAL, Hernán. Resultados de muestreo y análisis de focos de contaminación en canales de aguas lluvias, Propal S.A. Planta II. Caloto, 2007. 1 archivo de computador.

World Water Assessment Program, Programa mundial para la estimación del agua [en línea]. Madrid: UNESCO, 2003. [Consultado Septiembre 2007]. Disponible en Internet: www.unesco.org

ANEXOS

**Anexo A. Plano 01-10-003 Plano general de canales de aguas lluvias, Propal
Planta 2**



Fuente: GUTIERREZ, Jhon Jairo. Plano 01-10-003 Plano general de canales de aguas lluvias. Propal S.A. Planta II Caloto, septiembre 2007. 1 archivo de computador.

Anexo B. Fotos de los canales y focos de contaminación.

Foto 1 y 2. Arrastre de material hacia el canal y posible escorrentía con escorrentías en el canal nor- oriental.



Fotos 3 y 4: Focos de contaminación frente a bodega patio de carbón. Arrastre de carbón hacia el canal y contaminación con residuos sólidos en el canal patios de carbón



Fotos 5 y 6: Derrames del carbonato de calcio ubicado al lado del canal de agua lluvia. Canal Materia primas



Foto 7: Canal lado oriental del casino contaminado por grasas de la trampa del restaurante.

